



TUGAS AKHIR- RD141530

**DESAIN ORTHOSIS UNTUK PENDERITA CEREBRAL PALSY SPASTIK DENGAN  
KONSEP EASY TO USE, LIGHTWEIGHT, DAN SOCIAL CONFIDENT**

**SYUKRIYATUN NI'AMAH**

**NRP 3412 100 074**

**DOSEN PEMBIMBING**

**DJOKO KUSWANTO, ST., Mbiotech**

**NIP 19700912 199702 1 002**

**JURUSAN DESAIN PRODUK INDUSTRI**

**FAKULTAS DESAIN DAN INDUSTRI KREATIF**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2017**

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*



TUGAS AKHIR- RD141530

**DESAIN ORTHOSIS UNTUK PENDERITA CEREBRAL PALSY SPASTIK DENGAN  
KONSEP EASY TO USE, LIGHTWEIGHT, DAN SOCIAL CONFIDENT**

**SYUKRIYATUN NI'AMAH**

**NRP 3412 100 074**

**DOSEN PEMBIMBING**

**DJOKO KUSWANTO, ST., Mbiotech**

**NIP 19700912 199702 1 002**

**JURUSAN DESAIN PRODUK INDUSTRI**

**FAKULTAS DESAIN DAN INDUSTRI KREATIF**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2017**

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*



**LEMBAR PENGESAHAN**

**DESAIN ORTHOSIS UNTUK PENDERITA CEREBRAL PALSY  
SPASTIK DENGAN KONSEP *EASY TO USE, LIGHTWEIGHT, DAN  
SOCIAL CONFIDENT***

**TUGAS AKHIR**

Disusun untuk Memenuhi Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Pada

Bidang Studi Desain Produk  
Program Studi S-1 Jurusan Desain Produk Industri  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh ;

**Syukriyatun Ni'amah**

**NRP: 3412100174**

Mengetahui

Ketua Jurusan Desain Produk Industri



**Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D.**

**NIP. 19751014 200312 2001**

Dosen Pembimbing



**Djoko Kuswanto ST., M.Biotech**

**NIP. 19700912 199702 1 002**

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## **PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT**

Saya adalah mahasiswa Jurusan Desain Produk Industri, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, dengan identitas:

Nama : **Syukriyatun Ni'amah**

NRP : **3412100074**

Dengan ini menyatakan bahwa laporan tugas akhir yang saya buat dengan judul **DESAIN ORTHOSIS UNTUK PENDERITA CEREBRAL PALSY SPASTIK DENGAN KONSEP *EASY TO USE, LIGHTWEIGHT, DAN SOCIAL CONFIDENT*** adalah:

- 1) Orisinil dan bukan merupakan duplikasi karya tulis maupun karya gambar atau sketsa yang pernah dibuat atau dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan atau tugas- tugas kuliah lain baik dilingkungan ITS, Universitas lain ataupun lembaga- lembaga lain, kecuali pada bagian sumber- sumber infoemasi yang dicantumkan sebagai kutipan atau referensi atau acuan dengan cara yang smestinya.
- 2) Laporan yang berisi karya tulis dan karya gambar atau sketsa yang dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan data hasil pelaksanaan riset.

Demikian pernyataan ini saya buat dan jika terbukti tidak memenuhi persyaratan yang telah saya nyatakan diatas, maka saya bersedia apabila Laporan Tugas Akhir Desain Produk ini dibatalkan.

Surabaya, 1 Februari 2017

Yang membuat pernyataan,

(Syukriyatun Ni'amah)

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa karena atas rahmat dan pertolongan-Nya lah saya dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir saya dengan judul "Desain Orthosis Untuk Penderita Cerebral Palsy Spastik dengan Konsep *Easy to Use*, *Lightweight*, dan *Social Confident*" dengan lancar.

Tugas Akhir ini saya susun berdasarkan riset yang saya lakukan secara nyata dan berkala serta didukung berbagai sumber yang dapat dipertanggung jawabkan. Namun saya sangat menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih harus disempurnakan kembali, oleh karena itu saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi memperbaiki Tugas Akhir ini.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan doa dari berbagai pihak yang sangat membantu saya. Pada kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Nahrowi Haiti dan Ibu Han Nanik serta saudara saya yang tidak pernah lelah mendoakan dan mendukung saya baik secara moral dan material.
2. Pak Djoko Kuswanto S.T., Mbiotech, selaku dosen pembimbing saya yang sangat mendukung dan mempermudah seluruh proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Sahabat- sahabat yang selalu membantu, memotivasi, memberikan masukan yang sangat inspiratif kepada saya selama 24/7, Bunga Asgiani, Sakha UI Azkya, Mentari Armidea, Afifah Halimatus, Anda Soetenggi, Dinna Alief, Hafidzah, dan Hersynanda.
4. Pak Purnomo selaku terapis YPAC Surabaya yang telah membimbing dalam pelaksanaan riset dan evaluasi produk.
5. Ibu Hertina Susandari, ST. MT., Bapak Ir. Baroto Tavip Indrojarwo, Msi, dan Bapak Drs. Taufik Hidayat, MT. Sebagai dosen penguji saya yang selalu memberikan masukan demi pengembangan Tugas Akhir ini.
6. Orang tua dan teman- teman peserta terapi di YPAC Surabaya yang telah bersedia membantu dalam kelancaran riset tugas akhir ini.
7. Dan semua pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu, Atas kerjasama dan dukungan yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata semoga laporan ini bermanfaat bagi berbagai pihak, khususnya bagi dunia pendidikan desain produk industri.

Surabaya, 1 Februari 2016

Yang membuat pernyataan,

(Syukriyatun Ni'amah)

# **DESAIN ORTHOSIS UNTUK PENDERITA CEREBRAL PALSY SPASTIK DENGAN KONSEP *EASY TO USE, LIGHTWEIGHT, DAN SOCIAL CONFIDENT***

Nama : Syukriyatun Ni'amah  
NRP : 3412100074  
Jurusan : Desain Produk Industri FTSP- ITS  
Pembimbing : Djoko Kuswanto S.T., Mbiotech.

## **ABSTRAK**

Di Indonesia penderita CP diperkirakan sekitar 1-5 per 1000 kelahiran hidup dengan 80% merupakan tipe CP Spastik. *Cerebral palsy* disebabkan kerusakan bagian otak yang mengendalikan gerakan otot. Pada penderita CP Spastik kedua tungkai mengalami kekakuan sehingga menyebabkan terbentuknya postur abnormal, pola jalan, dan penurunan kemampuan motorik yang dapat ditangani dengan mengenakan orthosis. Proses produksi yang custom, serta aspek biomekanis, kenyamanan, dan bentuk visual orthosis untuk penderita CP menjadi permasalahan utama yang belum terakomodir oleh orthosis yang diproduksi di Indonesia saat ini. Dari masalah yang ada, dibutuhkan desain orthosis yang memenuhi aspek biomekanik penderita CP dan memiliki bentuk yang menarik untuk meningkatkan kepercayaan diri penderita di lingkungan sosialnya. Desain orthosis dikhususkan untuk penderita CP Spastik dengan kemampuan motorik level I- III.

Proses desain dimulai dengan pengumpulan data melalui metode observasi, *interview*, *shadowing*, dan *storytelling*. Dari metode ini diketahui kebutuhan dan peluang desain yang kemudian diterjemahkan kedalam konsep. Konsep *easy to use* meliputi sistem operasional dan penggunaan yang mudah, *lightweight* dari material yang ringan sesuai aspek biomekanik, *social confident* mengangkat estetika produk saat dikenakan. Untuk mencapai konsep yang diharapkan dilakukan analisa dan uji biomekanik dengan menggunakan simulasi model 3dimensi untuk mengetahui titik kritis dan keamanan produk saat digunakan oleh penderita nantinya.

Luaran desain orthosis yang didapatkan memiliki sistem *hinge lock* yang dapat mendukung gerak sendi dan sistem *adjustable* untuk menyesuaikan tumbuh kembang penderita. Material yang digunakan disesuaikan gaya dan momen segmen kaki normal untuk memenuhi aspek biomekanik penderita. Orthosis mengangkat sistem modul yang dibagi menjadi *foot orthosis*, *knee orthosis*, dan *hip orthosis* sehingga dapat dibeli secara terpisah dan menyesuaikan kebutuhan yang berbeda untuk penderita CP Spastik pada level I, level II, dan level III.

**Kata kunci: *cerebral palsy*, orthosis, ringan, biomekanik**

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*



# **ORTHOTIC DESIGN FOR SPASTIC CEREBRAL PALSY PEOPLE WITH CONCEPT OF *PEASY TO USE, LIGHTWEIGHT, DAN SOCIAL CONFIDENT***

Name : Syukriyatun Ni'amah  
NRP : 3412100074  
Department : Desain Produk Industri FTSP- ITS  
Conselor : Djoko Kuswanto S.T., Mbiotech.

## **ABSTRACT**

In Indonesia CP patients an estimated 1-5 per 1000 live births with 80 % was a type of CP Spastic. Cerebral palsy caused damage part of the brain that controls muscle movements. Among Spastic CP both limbs experienced stiffness that causes the formation of posture abnormal, the road, and the motor skills which could have been treated by wearing orthosis. Production process that custom, and the aspect biomechanics, comfort, and visual form orthosis for patients the CP be the main problem not accommodate by orthosis produced in Indonesia now. Of the problem is, needed design orthosis fulfilling the CP biomechanics patients and having the shape to improve confidence in the social patients. Orthosis design devoted to patients with CP Spastic motor skills level I- III.

Design process begins with data collection through the observation, interview, shadowing, and storytelling. Of this method known needs and opportunities design then translated into the concept. The concept of easy to use involve operational system and easy application, lightweight which it from light material trough biomechanical aspect, social confident featured aesthetic of product when it used. To reach the concept of expected analysis and the biomechanics using simulated 3D model to know a critical point and the safety of when used by patients later.

Output design of orthosis that reach had the hinge lock system that could support joint motion and adjustable system to adjust development of patients. Materials used adjusted style and the segment normal legs to meet biomechanics aspects .Orthosis had modular system that divided into the foot orthosis, knee orthosis, and hip orthosis that can be purchased separately and adjust different needs for the Spastic CP patients at the level of I, the level of II, and levels III.

**Keyword:** *cerebral palsy, orthosis, lightweight, biomechanics*

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	v
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
ABSTRAK .....	xi
ABSTRACT .....	xiii
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR TABEL .....	xxi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.1.1. Tentang <i>Cerebral Palsy</i> .....	1
1.1.2. Tentang Orthosis .....	3
1.1.3. Fenomena Penggunaan Orthosis Untuk Penderita CP di Indonesia.....	7
1.2. Rumusan Masalah.....	9
1.3. Batasan Masalah .....	10
1.4. Maksud dan Tujuan Perancangan .....	11
1.5. Manfaat Perancangan.....	11
BAB 2. STUDI PUSTAKA.....	13
2.1. Data Kebutuhan Aktivitas.....	13
2.2.1. Sistem Gerak Sendi Manusia.....	13
.....	13
2.2.2. Sudut Gerak Sendi CP Spastik .....	14
2.2. Data Orthometri Orthosis.....	14
2.3. Studi Biomekanik Orthosis .....	16
2.4. Material Orthosis .....	16
2.6.1. Kriteria Material <i>Orthosis</i> .....	16
2.5. Referensi Desain .....	19
BAB 3. METODE PENELITIAN .....	23
3.1. Skema Penelitian.....	23
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	24
3.2.1. Studi Literatur.....	24

3.2.2.	Data Stakeholder .....	24
3.2.3.	Referensi Desain .....	27
3.3.	<i>Affinity Diagraming</i> .....	28
3.4.	Pengukuran Antropometri .....	28
BAB 4. STUDI DAN ANALISA .....		31
4.1.	Studi Postur, Pola Jalan, dan Kebutuhan Orthosis .....	31
4.1.1.	CP Spastik Level I.....	32
4.1.2.	CP Spastik Level II .....	33
4.1.3.	CP Spastik Level III.....	34
4.2.	Analisa Ergonomi dan Antropometri .....	34
4.2.1.	Titik Kritis.....	34
4.2.2.	Penempatan Fitur Orthosis.....	36
4.2.3.	Antropometri.....	37
4.3.	Analisa Sistem Operasional Produk.....	41
4.3.1.	Belt .....	41
4.3.2.	<i>Knee Join Locking System</i> .....	42
5.1.1.	<i>Adjustable</i> .....	43
4.4.	Psikografi Konsumen .....	44
4.4.1.	Analisa Psikografi Pasien CP Spastik.....	44
4.4.2.	Analisa Psikografi Orang Tua.....	45
4.5.	<i>Image Board</i> .....	48
4.6.	Alternatif Desain .....	49
1.	.....	49
4.6.1.	Alternatif Desain 1 .....	49
4.6.2.	Alternatif Desain 2 .....	50
4.7.	Analisa Struktur dan Material .....	52
4.7.1.	Uji Tekan.....	52
4.7.2.	Evaluasi.....	54
BAB 5. KONSEP DAN IMPLEMENTASI DESAIN.....		55
5.1.	Final Desain.....	57
5.2.	Konsep <i>Dynamic</i> .....	57
5.3.	Konsep <i>Easy to Use</i> .....	59
5.2.1.	Proses Pemakaian.....	59
5.2.2.	Operasional Fitur.....	60

5.2.2.1.	<i>Knee Join Locking System</i> .....	60
5.2.2.2.	<i>Adjustable</i> .....	61
5.2.2.3.	<i>Modular</i> .....	62
5.4.	Konsep <i>Lightweight</i> .....	63
5.5.	Konsep <i>Social Confident</i> .....	63
5.6.	Konsep <i>Social Confident</i> .....	63
5.7.	Alur Proses Produksi .....	64
5.7.1.	<i>Reverse Engineering</i> .....	66
5.7.2.	<i>Digital Modelling</i> .....	66
5.7.3.	<i>Rapid Prototyping</i> .....	67
5.7.4.	<i>Assembly</i> .....	67
5.7.5.	<i>Finishing</i> .....	68
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN .....		69
6.1.	Kesimpulan .....	69
6.2.	Saran .....	70
DAFTAR PUSTAKA.....		71
LAMPIRAN .....		73

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jenis- jenis Cerebral Palsy, (Manathara 2016) .....	1
Gambar 1. 2 Scissor Gait Pada Penderita CP Spastik, (Niamah 2017) .....	2
Gambar 1. 3 Strap untuk equinus pada orthosis, (Werner 2007) .....	4
Gambar 1. 4 Orthosis untuk kontraktur pada lutut dan panggul, (Werner 2007).....	5
Gambar 1. 5 Kontrol Sendi Pada CP Spastik, (Werner 2007).....	5
Gambar 1. 6 Crouch Gait, (Werner 2007).....	6
Gambar 1. 7 Kontrol flexion Pada CP Spastik, (Werner 2007) .....	6
Gambar 1. 8 Orthosis yang Diproduksi di Indonesia .....	7
Gambar 1. 9 Orthosis di YPAC Surabaya.....	9
Gambar 1. 10 Orthosis Terkesan Mengerikan.....	10
Gambar 1. 11 Penderita CP SPastik Level I (kiri), Level III (kanan) .....	11
<i>Gambar 2. 1 Sudut Gerak Sendi Pada Manusia, (Bingjing Gou 2015).....</i>	<i>13</i>
Gambar 2. 2 Sudut Gerak Sendi CP Spastik .....	14
Gambar 2. 3 Orthometri Orthosis yang Dibutuhkan .....	15
Gambar 2. 4 Material KAFO, (DE Katz 2006).....	18
Gambar 2. 5 Grafik Data Karakter Material.....	19
Gambar 3. 1 Skema Penelitian .....	24
Gambar 3. 2 Shadowing di YPAC Surabaya .....	27
Gambar 4. 1 Orthosis untuk CP Spastik Level I.....	32
Gambar 4. 2 Orthosis untuk CP Spastik Level II .....	33
Gambar 4. 3 Orthosis untuk CP Spastik Level III.....	34
Gambar 4. 4 Bagian Kontraktur Otot Paha Atas .....	34
Gambar 4. 5 Bagian Kontraktur Otot Kaki .....	35
Gambar 4. 6 Posisi Support Orthosis .....	36
Gambar 4. 7 Penempatan Fitur Pada Orthosis .....	37
Gambar 4. 8 Pengukuran Antrhopometri Penderita CP .....	38
Gambar 4. 9 Dimensi Orthosis .....	40
Gambar 4. 10 Sistem Belt 1 .....	41
Gambar 4. 11 Sistem Belt 2 .....	41
Gambar 4. 12 Alternatif Locking System 1 .....	42
Gambar 4. 13 Alternatif Joining 2.....	43
Gambar 4. 14 Adjustable System pada Orthosis.....	44
Gambar 4. 15 Lifestyle Board Ibu.....	46
Gambar 4. 16 Lifestyle Board Ayah .....	47
Gambar 4. 17 Image Board .....	48
Gambar 4. 18 Alternatif Desain 1 .....	49
Gambar 4. 19 Joining Sistem Alternatif 1 .....	50
Gambar 4. 20 Alternatif Desain 2 .....	50
Gambar 4. 21 Joining Alternatif Desain 2.....	51
Gambar 4. 22 Adjustable Sistem Alternatif 2 .....	51
Gambar 4. 23 Fitur Removable Alternatif 2.....	52

Gambar 4. 24 Uji Tekan Orthosis.....	54
Gambar 5. 1 Final Desain.....	57
Gambar 5. 2 Sistem Modular Orthosis .....	58
Gambar 5. 3 Proses Pemakaian Produk Eksisting .....	59
Gambar 5. 4 Proses Pemasangan Final Desain.....	60
Gambar 5. 5 Sistem Kunci Join Lutut.....	60
Gambar 5. 6 Operasional Locking Sistem Knee Join.....	61
Gambar 5. 7 Operasional Adjustable Orthosis .....	61
Gambar 5. 8 Join Modular Orthosis .....	62
<i>Gambar 5. 9 Operasional Join Modular Orthosis .....</i>	<i>62</i>
Gambar 5. 10 Massa Total Orthosis .....	63
Gambar 5. 11 Desain Orthosis Eksisting.....	64
Gambar 5. 12 Konsep Social Confident Orthosis.....	64
Gambar 5. 13 Alur Proses Produksi Orthosis.....	65
Gambar 5. 14 Proses Digital Modelling .....	66
Gambar 5. 15 Assembly Part Orthosis .....	67
Gambar 5. 16 Kesimpulan massa orthosis.....	69



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Gross Motor Function Classification System, (Palisano, et al. 1997).....	3
Tabel 1. 2 Kebutuhan Orthosis berdasarkan User Experience .....	9
Tabel 2. 1 Tabel Orthometri Orthosis.....	15
Tabel 2. 2 Kriteria material orthosis, (Prentice Hall 2002) .....	17
Tabel 2. 3 Referensi Desain Orthosis.....	20
Tabel 2. 4 Referensi Joining Orthosis .....	21
<i>Tabel 2. 5 Referensi Material Orthosis .....</i>	<i>22</i>
Tabel 3. 1 Tabel Persentile Data Antropometri, (Wignjosebroto 2008).....	29
Tabel 4. 1 Analisa Postur dan Pola Jalan.....	31
Tabel 4. 2 Data Antropometri Penderita CP .....	39
Tabel 4. 3 Hasil Persentile Data Antropometri .....	39
Tabel 4. 4 Psikografi Penderita CP Spastik.....	45
Tabel 4. 5 Tabel AIO Ibu .....	46
Tabel 4. 6 Tabel AIO Ayah.....	47

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

# BAB 1

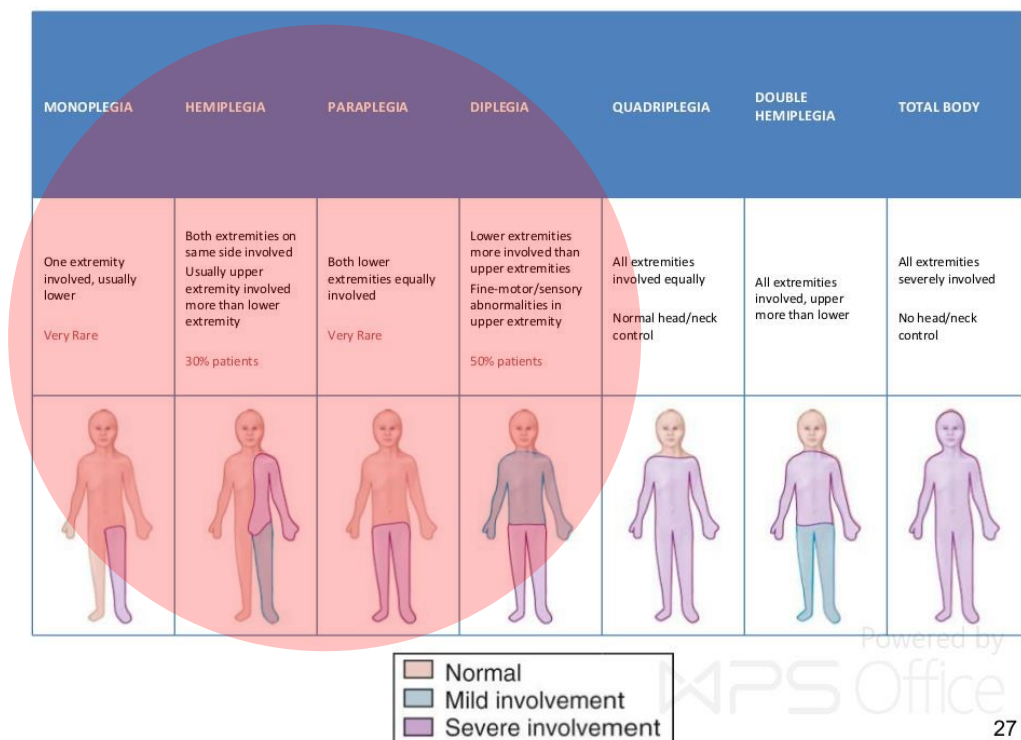
## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

#### 1.1.1. Tentang *Cerebral Palsy*

*Cerebral Palsy* (CP) pertama dipublikasikan oleh William John Little pada tahun 1861 dan dikenal dengan istilah ‘cerebral paresis’ (Bax, 2005). Dilihat dari pengertiannya, *cerebral* berarti otak, *palsy* dapat berarti kelemahan atau kelumpuhan kontrol otot. Artinya, *cerebral palsy* adalah

kelainan kontrol gerak dikarenakan kerusakan beberapa bagian otak (Enver dkk, 2008). Menurut *National Institute of Neurological Disorder and Stroke (NINDS)*, *cerebral palsy* disebabkan oleh kelainan di bagian otak yang mengendalikan gerakan otot. Menurut Garrison 2005, angka kejadiannya adalah kurang lebih 5,5 per 1000 kelahiran dan tersebar merata



27

pada kedua jenis kelamin dan segala ras.

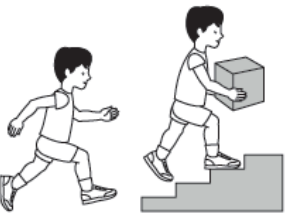
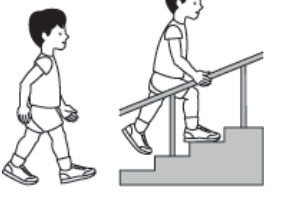
Gambar 1. 1 Jenis- jenis Cerebral Palsy, (Manathara 2016)

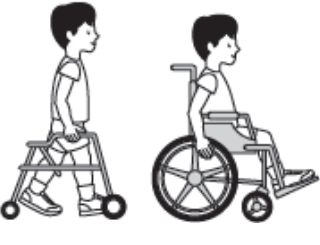
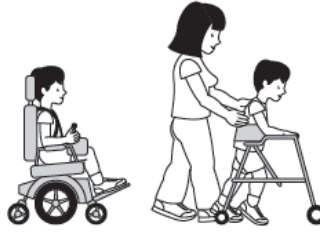

*Cerebral Palsy* dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis. *Spastik Cerebral Palsy* merupakan jenis CP yang paling umum terjadi terhitung sekitar 70%- 80% dari penderita CP (Taylor, 2005). Ketika orang normal bergerak, sekelompok otot akan kontraksi sedangkan sekelompok otot yang lain akan rileks atau memendek untuk menghasilkan gerakan. Pada penderita CP Spastik kedua kelompok otot itu dapat mengalami kontraksi bersamaan sehingga menyebabkan kesulitan gerak (Bajrazewski, et al. 2008). Spastisitas yang mempengaruhi kedua tungkai mengakibatkan gerak tungkai yang kaku dan lurus saat berjalan. Gambaran klinis ini membentuk karakteristik berupa ritme berjalan yang dikenal dengan jalan menggunting (*scissors gait*) (Bryers, 1941).



Gambar 1. 2 *Scissor Gait* Pada Penderita CP Spastik, (Niamah 2017)

Berdasarkan fungsi gerak utama, *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS) telah dikaji secara internasional untuk mengelompokkan individu dengan CP kedalam satu dari lima level berdasarkan kemampuan mobilitas dan keterbatasan aktivitas (Palisano, 1997).

 <p>Level I Berjalan tanpa keterbatasan. Kurangnya keseimbangan</p>	 <p>Level II Berjalan dengan keterbatasan</p>
--	---

	<p>Level III</p> <p>Berjalan dengan alat mobilitas yang dipegang</p>		<p>Level IV</p> <p>Mobilitas mandiri dengan keterbatasan</p>
	<p>Level V</p> <p>Mobilitas dengan kursi roda.</p>		

Tabel 1. 1 Gross Motor Function Classification System, (Palisano, et al. 1997)

Berdasarkan penelitian dari NINDS Amerika Serikat, *Cerebral Palsy* tidak dapat disembuhkan tetapi pengobatan akan meningkatkan kemampuan penderita (NINDS, 2013). Banyak penderita CP memiliki kemungkinan untuk berjalan. 60% dengan tanpa alat bantu, 10% berjalan dengan alat bantu, 30% menggunakan kursi roda atau alat bantu ambulatori. Namun tanpa latihan dan rehabilitasi medis, penderita dengan CP dapat mengalami penurunan fisik (McIntyre dkk, 2011). Kekakuan otot pada penderita dengan CP Spastik menyebabkan bentuk postur yang abnormal. Postur abnormal tungkai dan tubuh ini harus dicegah sesering mungkin atau postur penderita akan berubah (Werner, 2007).

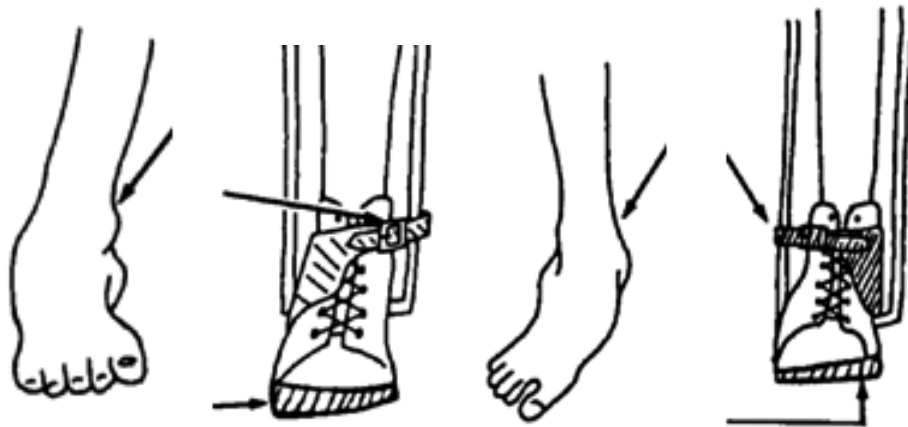
#### 1.1.2. Tentang Orthosis

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ross dan Engsberg (2007), normalisasi dari spastisitas otot dapat meningkatkan kecepatan jalan penderita CP Spastik. Sebagai penanganan spastisitas dan kontraktur dapat dilakukan terapi fisik dengan penggunaan *orthosis* (Kriger 2006). Dalam survei kesehatan publik, 54% dari 380 penderita dengan diagnose *cerebral palsy* menggunakan alat penunjang atau *orthosis* (Walker dkk, 1988). Tujuan utama dalam penggunaan *orthosis* adalah untuk memperbaiki postur dan kontraktur otot, untuk mendukung posisi sendi normal, dan memfasilitasi atau meningkatkan fungsi gerak (Knutson, 1991; Fish, 2001).

Penggunaan orthosis dalam menejemen penderita CP telah dikenalkan oleh Little sebagai “*mechanical apparatus*” di pertengahan abad ke- 18 (Wolf, 1969; Bleck, 1987). Pada tahun 1985 ditemukan bahwa sekelompok penderita CP yang lahir antara tahun 1970 dan 1974 di Inggris 50% dari 75% berjalan dengan menggunakan *orthosis* untuk membantu jalan (Evans dkk, 1985). Prinsip, manfaat, dan tujuan *orthosis* adalah (Bunch dan Keagy, 1976):

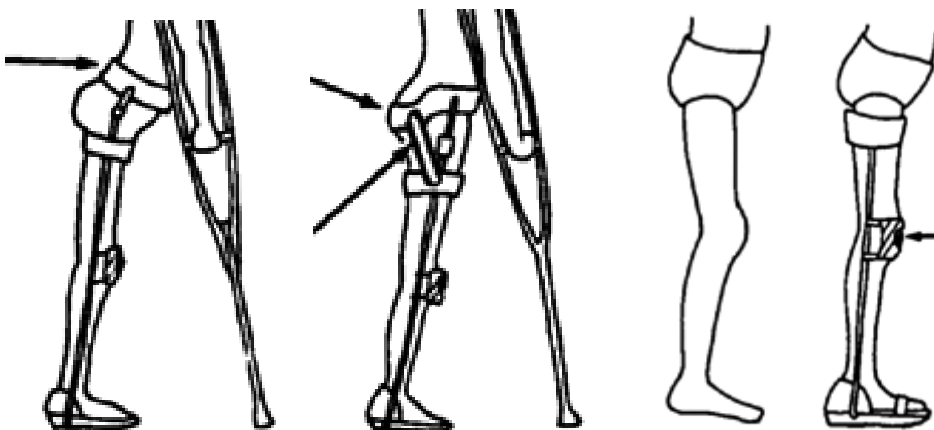
#### 1.1.2.1. Memperbaiki deformitas

Orthosis bisa diresepkan untuk mencegah kelainan bentuk atau deformitas yang mungkin terjadi peningkatan deformitas saat tidak dilakukan latihan. Pada penderita CP Spastik *equinus* dapat diatasi dengan penggunaan *orthosis*.



Gambar 1. 3 Strap untuk *equinus* pada orthosis, (Werner 2007)

Untuk kontraktur pada lutut dan panggul CP Spastik dapat diatasi dengan mendorong bagian pantat. Pada lutut yang menekuk kedepan dapat diberi

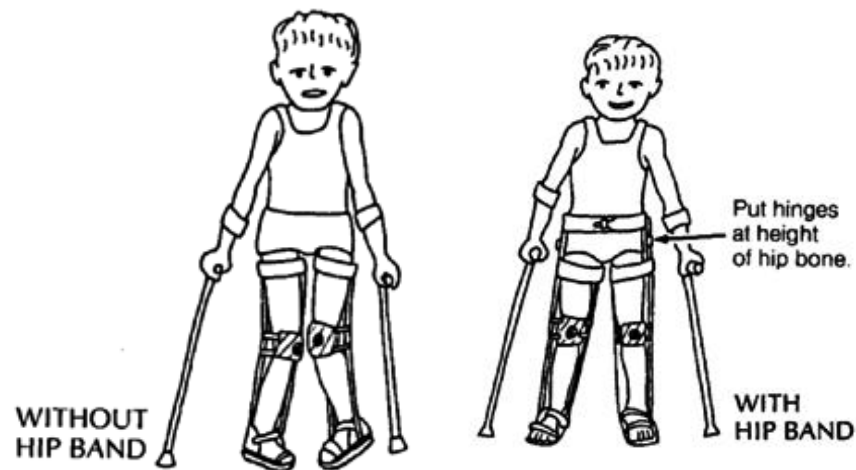


strap yang menarik lutut ke belakang.

Gambar 1. 4 *Orthosis untuk kontraktur pada lutut dan panggul, (Werner 2007)*

#### 1.1.2.2. Mendukung posisi sendi dan gerak normal

Solid *orthosis* memiliki kesempatan lebih besar untuk mencapai tujuan ini dibandingkan *orthosis* besi konvensional karena dapat menutup seluruh sisi. Prinsip ini dalam medis disebut “*tone reduction*” atau pengurangan kontraktur. Posisi yang benar lebih penting dibanding penambahan tekanan pada titik terpilih dalam mengurangi kontraktur. Jika secara konstan kaki dikontrol dengan



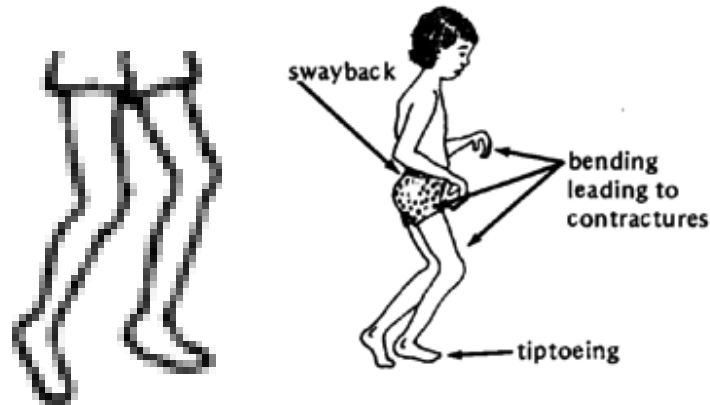
*orthosis* kontrol otot dan kekuatan kaki akan meningkat (Sees dan Miller 2013).

Gambar 1. 5 Kontrol Sendi Pada CP Spastik, (Werner 2007)

#### 1.1.2.3. Memelihara berbagai gerakan disaat yang tepat.

Untuk ambulasi penderita, pembatasan penggunaan Range of Motion (ROM) penting untuk membantu otot yang lemah, melawan kekakuan otot, meningkatkan keseimbangan, menjaga jaringan halus pasca operasi, atau meningkatkan pola gerakan untuk penderita yang memiliki kontrol gerak yang lemah mendekati normal.

- a. Pada bagian pergelangan kaki disarankan untuk menghindari *plantar flexion* dan disarankan *free dorsiflexion*. Berguna untuk mengurangi pola jalan berjongkok dengan menghentikan CP Spastik yang memiliki kelainan postur berjinjit, mempertahankan *dorsiflexion* gerak anterior dari tibia dalam menghadirkan

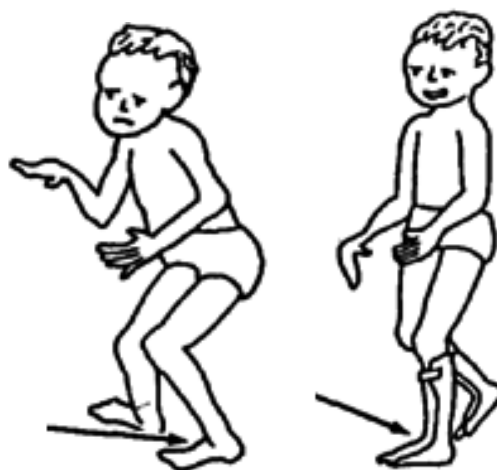


pemanjangan otot tumit.

Gambar 1. 6 Crouch Gait, (Werner 2007)

Gambar 1. 7 Kontrol flexion Pada CP Spastik, (Werner 2007)

- b. **Memfasilitasi fungsi gerak.** Orthotic tidak boleh membatasi penderita, tetapi perlu mendorong fungsi gerak. Terapis perlu untuk menilai secara teliti kesesuaian dan fungsi dari *orthosis*. Perubahan pada *orthosis* dibutuhkan seiring perubahan kemampuan dan fungsi



otot penderita, sehingga pastikan kebutuhan alat dan tidak menghambat perkembangan penderita.



### 1.1.3. Fenomena Penggunaan Orthosis Untuk Penderita CP di Indonesia

Di Indonesia prevalensi penderita CP diperkirakan sekitar 1- 5 per 1.000 kelahiran hidup. Laki- laki lebih banyak daripada perempuan (Soetjiningsih, 1995). Jika tiap tahunnya ada 5 juta kelahiran hidup di Indonesia, maka ada sekitar 1.000- 25.000 kelahiran dengan menderita CP. Berdasarkan data *assessment* YPAC Surabaya, pada tahun ajaran 2015-2016 terdaftar 73 penderita binaan dengan kasus CP dengan jumlah laki-laki lebih banyak dari perempuan. Angka kejadian *Cerebral Palsy* (CP) tipe Spastik dijumpai sebesar 75% dibanding tipe CP pada umumnya.

Di Indonesia, penggunaan dan pengembangan alat bantu *orthosis* untuk penderita CP masih kurang. Selama ini *orthosis* jarang digunakan karena bentuknya yang terkesan menakutkan dan tidak *social friendly* bagi penderita CP. Material yang banyak digunakan untuk *orthosis* di pasaran



adalah material yang berat.

Gambar 1. 8 Orthosis yang Diproduksi di Indonesia

Berdasarkan hasil observasi penulis, banyak kebutuhan dari *user experience* yang belum terakomodir oleh orthosis yang diproduksi di Indonesia.

OBSERVASI	KEBUTUHAN
terapis	

Orthosis sangat dibutuhkan dan selalu digunakan dalam proses terapi dalam jangka waktu yang lama	Orthosis harus awet dan mudah penyimpanan serta perawatannya untuk jangka waktu yang lama
Orthosis digunakan untuk peserta terapi dari anak- anak hingga orang dewasa	Orthosis dengan ukuran yang lebih universal untuk digunakan semua peserta terapi demi menekan biaya pengadaan alat terapi
Orthosis digunakan tidak hanya di tempat terapi, juga digunakan di rumah peserta terapi	Orthosis yang ringan dan mudah dalam pembawaan dan penyimpanannya
Saat memakaikan orthosis dibutuhkan dua orang, untuk memosisikan postur dan untuk mengikat belt orthosis	Orthosis yang pemasangannya lebih mudah, dapat dipasangkan oleh satu orang saja
<b>Orang tua dan Keluarga</b>	
Keluarga lebih banyak menginginkan penderita terkesan normal dan tetap terlihat <i>stylish</i> , kebanyakan tetap mengenakan sepatu	Orthosis yang <i>stylish</i> saat digunakan
Kekhawatiran orang tua terhadap orthosis yang digunakan cukup besar, sebisa mungkin memilih orthosis yang tidak membebani anak	Orthosis yang ringan, nyaman, dan aman
Orthosis yang dibeli selama ini rata-rata custom, sehingga saat anak bertumbuh orthosis harus membeli baru	Orthosis yang dapat memfasilitasi pertumbuhan anak
<b>penderita</b>	
Orthosis jenis AFO ( <i>Ankle Foot Orthosis</i> ) digunakan hampir setiap saat, baik penderita CP yang mampu berjalan tanpa alat bantu hingga penderita yang menggunakan kursi roda	Orthosis yang kuat dan ringan untuk penggunaan setiap hari
Kebanyakan penderita memiliki keinginan yang kuat untuk dapat berjalan, terlihat normal, dan dapat melakukan banyak hal secara mandiri	Orthosis yang penggunaannya mudah dan memungkinkan penderita dengan tangan yang normal dapat mengenakan secara mandiri
Penderita dengan usia diatas 18 tahun dengan kemampuan yang lebih baik cenderung menolak mengenakan orthosis karena malu dan melelahkan	Orthosis dengan bentuk yang tidak terkesan mengerikan

Tabel 1. 2 Kebutuhan Orthosis berdasarkan *User Experience*

Di lain sisi, untuk penderita CP Spastik penggunaan *orthosis* sangat diperlukan dan sangat bermanfaat. Penderita CP dengan tingkat GMFC level I- III akan bermanfaat jika menggunakan pendukung postural dan didukung dengan terapi fisik (McCall dkk, 1986). Bukti dari studi kasus menunjukkan bahwa penggunaan AFO *orthosis* memungkinkan penderita CP Spastik mempertahankan mobilitas tanpa kerusakan jaringan kulit, menunda kebutuhan untuk operasi dan pada saat yang sama mempertahankan panjang Triceps Surae (Gastrocnemius dan soleus) kompleks (Knutson dan Clark 1991).

Berdasarkan permasalahan yang dialami penderita CP dan hasil penelitian yang ada maka perlu adanya pengembangan alat bantu *orthosis* untuk penderita CP yang lebih baik. Sehingga dapat membantu pencegahan deformitas struktur penderita dan meningkatkan kemandirian aktivitasnya.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Kurangnya pengembangan *orthosis* yang menunjang aspek biomekanis pengguna. *Orthosis* yang ada bersifat rigid dan berat, menyulitkan penderita untuk bergerak. Sehingga penderita enggan mengenakan



untuk kontrol postur sehari-hari.

Gambar 1. 9 Orthosis di YPAC Surabaya

2. Bentuk *orthosis* yang diproduksi di Indonesia menimbulkan persepsi “sakit” dan “mengerikan”. Sehingga penderita CP enggan mengenakan



dan merasa tertekan dan malu jika mengenakan di lingkungan sosialnya.

Gambar 1. 10 Orthosis Terkesan Mengerikan

3. *Orthosis* yang ada kebanyakan diproduksi secara custom dan tidak dapat menyesuaikan tumbuh kembang penderita. Ketika penderita semakin tinggi harus membeli *orthosis* baru. Selain itu antropometri anak CP berbeda karena sindrom gagal tumbuh yang menyertai penderita.

### 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan- batasan yang perlu diperhatikan dalam mendesain alat bantu untuk penderita CP:

1. Penderita yang difasilitasi adalah penderita CP tipe Spastik dengan GMFC level I- III. Yaitu penderita yang memiliki kekakuan otot dengan kemampuan berjalan secara mandiri dengan atau tanpa alat bantu.



Gambar 1. 11 Penderita CP SPastik Level I (kiri), Level III (kanan)

2. Orthosis mensupport anggota gerak bawah saja.
3. Tinggi pengguna berkisar antara 115- 155 cm, lingkar paha antara 250- 450 mm.

#### 1.4. Maksud dan Tujuan Perancangan

Tujuan dari perancangan ini adalah:

1. Menghasilkan desain orthosis yang memenuhi aspek biomekanis penderita CP. Dapat mendukung gerak sendi normal dan tidak berat.
2. Menghasilkan desain alat bantu *orthosis* yang sesuai antropometri penderita CP di Indonesia dan dapat menyesuaikan ukuran tumbuh kembang penderita.
3. Menghasilkan desain *orthosis* dengan bentuk lebih menarik dan dapat meningkatkan kepercayaan diri penderita.

#### 1.5. Manfaat Perancangan

Manfaat yang diharapkan dari hasil perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penderita dan Orang Tua
  - Dapat membantu penderita dalam mensupport aktivitas gerak
  - Dapat mendukung motivasi penderita untuk dapat beraktivitas secara mandiri
  - Dapat menunjang penderita untuk dapat melatih otot gerak lebih aktif
  - Dapat memudahkan gerak penderita dalam melakukan aktivitas sehari- hari
  - Meningkatkan kepercayaan diri penderita dalam bersosialisasi
2. Bagi YPAC
  - Meningkatkan optimalisasi pembinaan untuk penderita
  - Mendukung proses pelatihan dan pembinaan penderita diluar sekolah
  - Memperluas jangkauan pelayanan di masyarakat
3. Bagi Industri Manufakturing *Orthosis* Indonesia
  - Menambah kebaruan pada produk *orthosis* yang dihasilkan
  - Meningkatkan kemampuan manufakturing *orthosis* di Indonesia

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

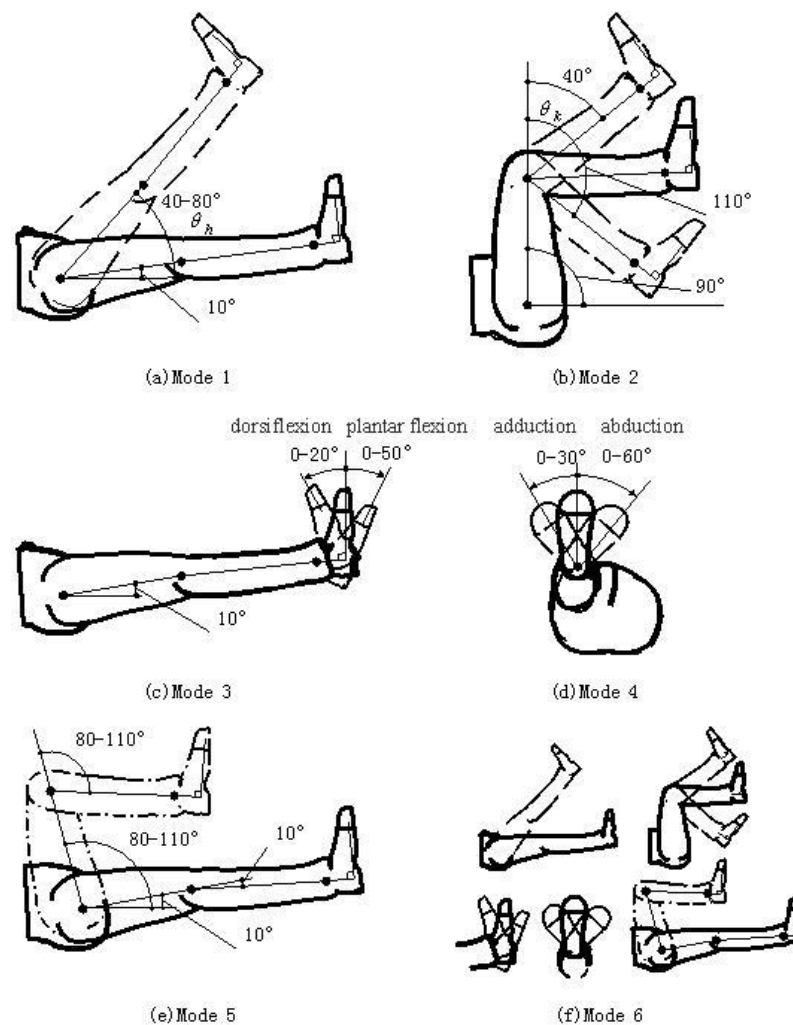
## BAB 2

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1. Data Kebutuhan Aktivitas

##### 2.2.1. Sistem Gerak Sendi Manusia

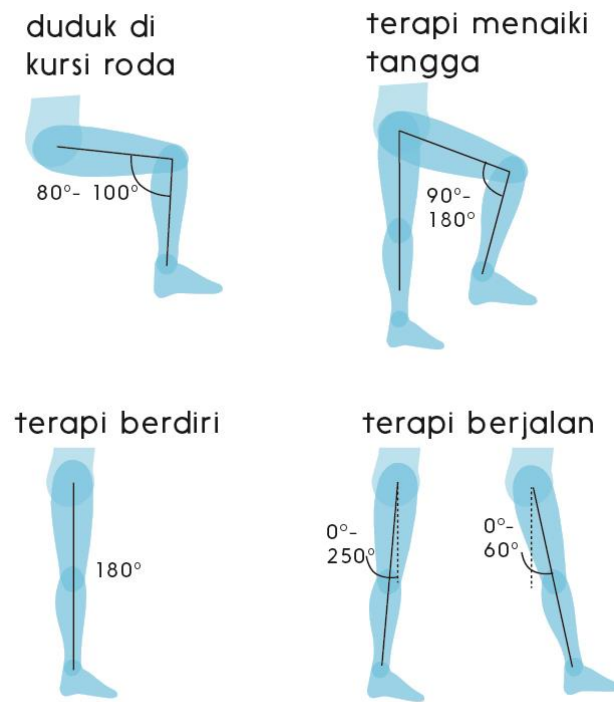
Prinsip desain *orthosis* ke-3 *orthosis* harus menjaga posisi sendi dan gerak normal (Bunch dan Keagy, 1976).



Gambar 2. 1 Sudut Gerak Sendi Pada Manusia, (Bingjing Gou 2015)

### 2.2.2. Sudut Gerak Sendi CP Spastik

Berikut aktivitas sehari-hari penderita CP Spastik dan posisi sendi normal yang terjadi:



Gambar 2. 2 Sudut Gerak Sendi CP Spastik

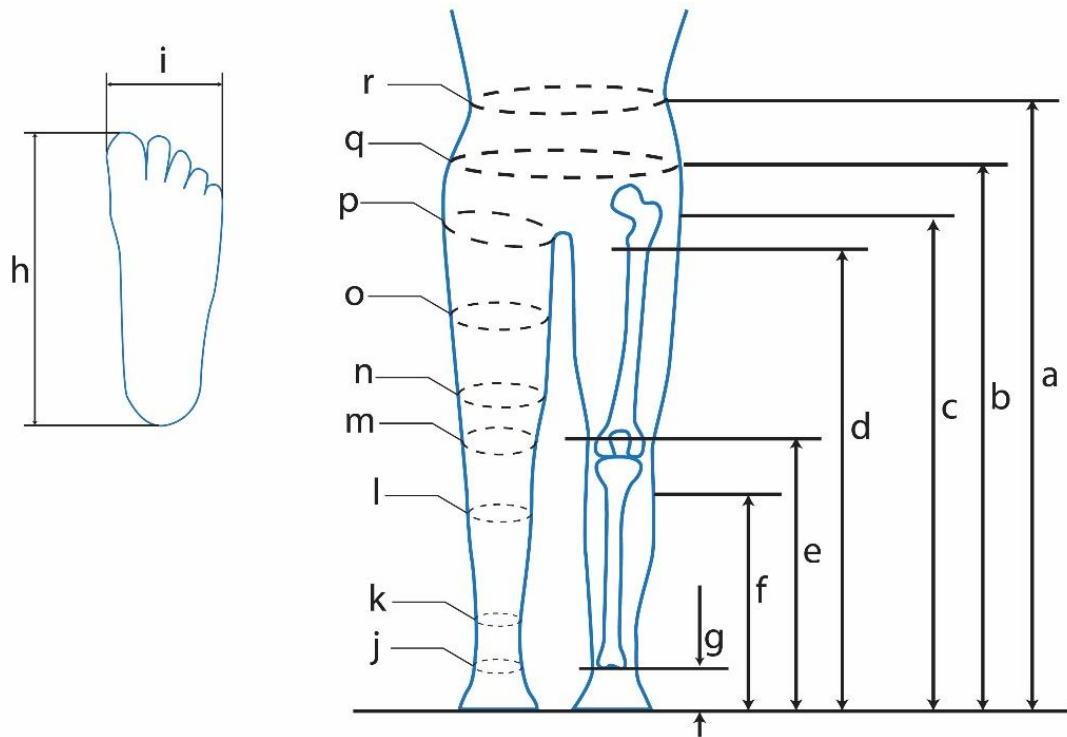
Berdasarkan sudut gerak sendi yang terjadi pada aktivitas sehari-hari penderita CP Spastik didapatkan sudut untuk joint lutut yaitu, flexion  $60^{\circ}$  dan extension  $120^{\circ}$ .

## 2.2. Data Orthometri Orthosis



Dalam mendesain *orthosis* dimensi produk akan menjadi sangat penting sesuai prinsip desain menurut Bunch dan Keagy (1976) bahwa *orthosis* harus mendukung posisi postur normal. Sehingga perlu ukuran yang sesuai agar dapat menahan tubuh berada pada postur yang benar. Berikut data orthometri yang dibutuhkan dalam mendesain sebuah *orthosis*:

Tabel 2. 1 Tabel Orthometri Orthosis



Gambar 2. 3 Orthometri Orthosis yang Dibutuhkan

a. Tinggi garis pinggang	j. Diameter sumbu <i>ankle</i>
b. Tinggi garis panggul	k. Diameter pergelangan kaki
c. Tinggi tulang paha	l. Diameter pertengahan betis
d. Tinggi selangka – 30mm	m. Diameter leher <i>fibula</i>
e. Tinggi sumbu lutut	n. Diameter sumbu lutut
f. Tinggi leher <i>fibula</i>	o. Diameter <i>distal thigh</i>
g. Tinggi sendi <i>ankle</i>	p. Diameter pertengahan paha
h. Panjang telapak kaki	q. Diameter pangkal paha
i. Lebar telapak kaki	r. Diameter panggul
	s. Diameter pinggang

### 2.3. Studi Biomekanik Orthosis

Biomekanik adalah ilmu tentang gerak makhluk hidup dengan menggunakan ilmu mekanika, yaitu gaya dan pengaruhnya (Hatze, 1974). Pada penderita CP, kemampuan untuk menggerakkan dan mengontrol otot tubuhnya terbatas, terutama anggota gerak bawah. Dalam mengeliminasi keterbatasan tersebut diperlukan alat bantu untuk anggota gerak bawah. Dalam sebuah penelitian oleh Hertanto (2006) terhadap penggunaan *orthosis* anggota gerak bawah diketahui bahwa *energy expenditure* pengguna *orthosis* untuk gerak jalan santai masih sangat besar yaitu 7,188 Kkal/jam/kg atau 152,35%. Dalam penelitian tersebut dilakukan penyesuaian gaya dan momen antara segmen kaki normal dengan segmen *orthosis* sehingga dihasilkan rekomendasi massa ideal *orthosis*, yaitu 0,755 Kg untuk segmen paha, 0,716 Kg untuk segmen betis, dan 0,104 untuk segmen telapak kaki.

Untuk mengurangi energi gerak yang dikeluarkan oleh penderita CP saat mengenakan *orthosis* dapat diatasi dengan penggunaan elektrik *orthosis* atau penggunaan *orthosis* dengan material yang ringan. Namun, dalam masa perkembangan kemampuan gerak, penderita CP sebaiknya menghindari penggunaan *orthosis* yang bersifat elektrik karena kurang berguna untuk mendukung otot yang lemah, melawan kekakuan otot, meningkatkan keseimbangan, atau memperbaiki pola jalan yang lemah dalam kontrol gerak (Bunch dan Keagy, 1976).

### 2.4. Material Orthosis

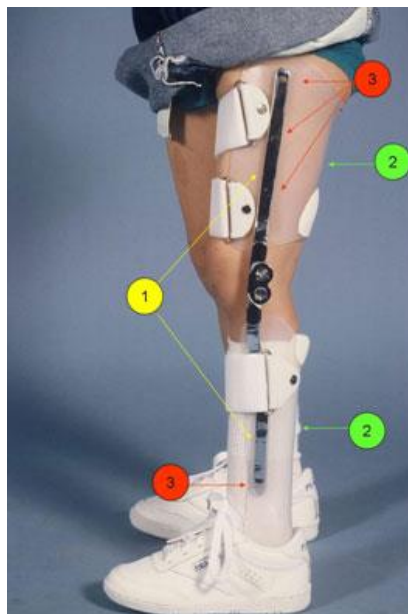
#### 2.6.1. Kriteria Material *Orthosis*

Banyak variasi material yang digunakan dalam pembuatan KAFO. Secara tradisional, *steel* masih digunakan dengan pembungkus berbahan kulit. Material besi mungkin masih digunakan, namun banyak material terbaru yang dapat dikembangkan untuk desain yang lebih baik, lebih kuat, meningkatkan daya tahan dan memperindah penampilan. Material tersebut harus memenuhi kriteria untuk menentukan kesesuaian penggunaannya. Karakteristik utama yang layak untuk material *orthosis* adalah:

Aspek Material	Keterangan
<i>Strength</i>	Beban eksternal maksimum yang dapat ditahan
<i>Stiffness</i>	Regangan atau kekuatan untuk perpindahan rasio
<i>Durability (fatigue resistance)</i>	Kemampuan untuk menahan beban terus menerus
<i>Density</i>	Berat per satuan volume
<i>Corrosion resistance</i>	Ketahanan dari pengikisan kimiawi
<i>Ease of fabrication</i>	Pengaplikasian dan teknik pembentukan

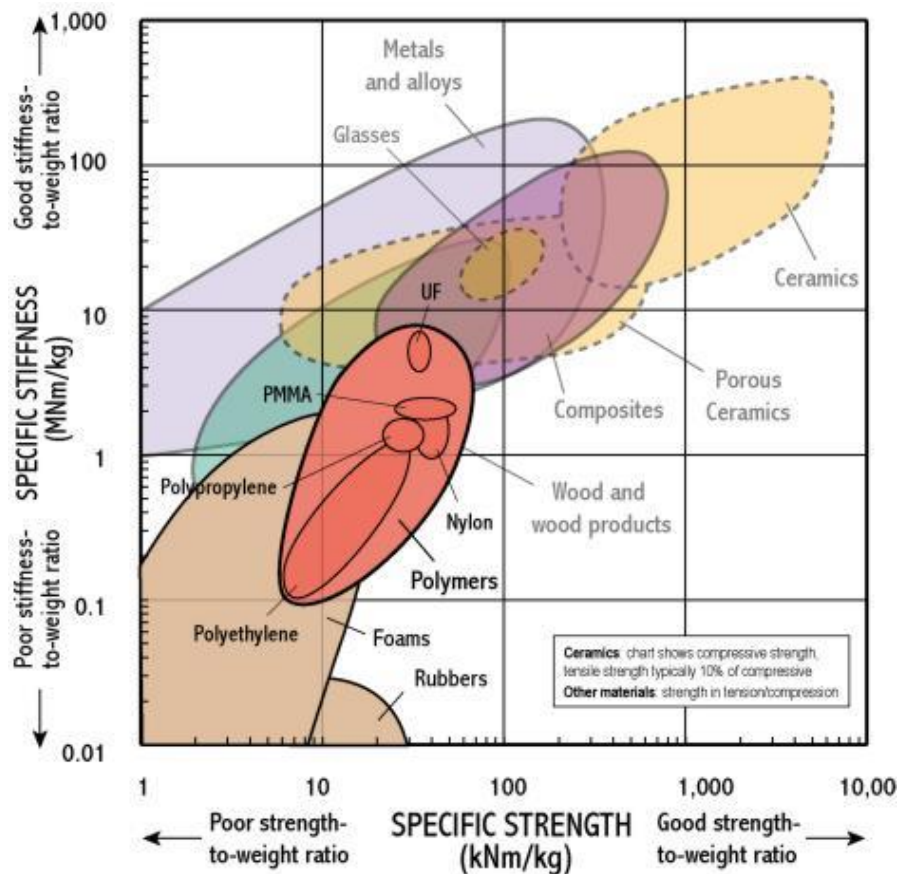
Tabel 2. 2 Kriteria material orthosis, (Prentice Hall 2002)

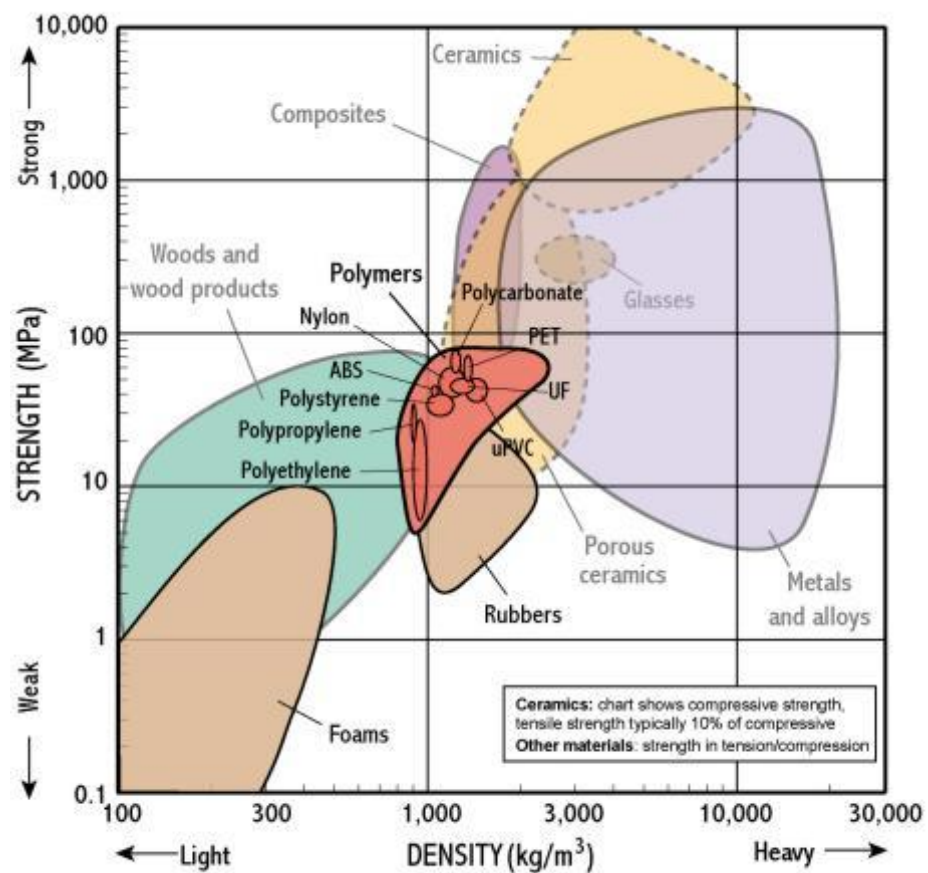
Secara tradisional, besi seperti *steel*, alumunium, dan alloy digunakan untuk mendukung struktur dari orthosis. *Steel* paling sering digunakan karena kuat, rigid, tahan tekanan, namun berat. Alumunium jauh lebih ringan dibanding *steel* dengan perbandingan kekuatan per massa lebih tinggi. Tetapi alumunium memiliki kekurangan pada ketahanan terhadap tekanan. Alloy seperti titanium dan magnesium kuat, ringan, dan memiliki ketahanan korosi yang baik, namun harganya lebih mahal (American Academy of Orthotists & Prosthetists, 2006).



Gambar 2. 4 Material KAFO, (DE Katz 2006)

Saat ini dalam produksi KAFO telah mengalami peningkatan teknologi. *Steel* atau aluminium yang digunakan sebelumnya telah diganti dengan plastik dan laminasi serat karbon. Material yang paling umum digunakan adalah *polypropylene* dan *polyethylene*. Material plastik lebih ringan dan bagus untuk digunakan pada *orthosis*. Kekuatan dan kekakuan yang lebih baik dapat dikembangkan dari material ini. Selain itu manset plastik lebih higienis daripada manset kulit (American Academy of Orthotists & Prosthetists, 2006).




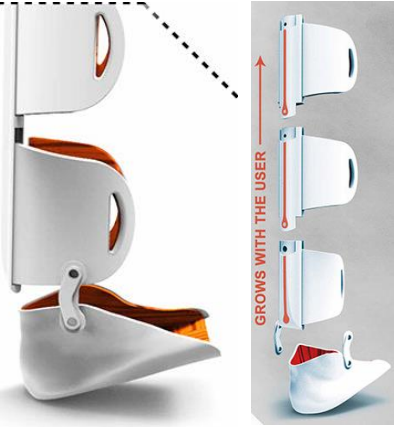




Gambar 2. 5 Grafik Data Karakter Material

## 2.5. Referensi Desain

Berikut beberapa referensi desain orthosis yang ada sebelumnya. Referensi desain ini bertujuan untuk memperlihatkan beberapa desain orthosis baik berupa produk eksisting maupun konsep desain yang menurut penulis dapat dievaluasi dan diadaptasi dalam proses desain nantinya.

Gambar	Deskripsi	Kelebihan
 Avviare Orthosis	<p>Meraih penghargaan “A Design Award” 2015. Orthosis untuk pengguna yang mengalami kecelakaan di anggota gerak bawah. Menggunakan impresi sport car, keseluruhan lebar antara 12- 20 dan tinggi antara 20-26mm</p>	<p>Bentuk yang terkesan modern meningkatkan kepercayaan diri penggunanya. Pada bagian bawah kaki terdapat tambahan sensor yang dapat mendeteksi dan memperbaiki deformiti.</p>
 Unloader One Custom by OSSUR	<p>Knee orthosis untuk penderita artritis dengan material flexible untuk fitur custom yang menyesuaikan berbagai user</p>	 Material flexible memungkinkan ukuran yang fit kepada pengguna dan lebih nyaman
 Design by Shruti Nain, India	<p>Desain orthosis hasil riset di India ini mengadaptasi system tubuh hewan vertebrata untuk system modular yang bertujuan agar modul dapat ditambahkan ketika user bertumbuh</p>	<p>Lock pada foot join dibuat fix dengan perubahan sudut sebanyak 2° secara berkala untuk toleransi peningkatan perbaikan postur</p>

Tabel 2. 3 Referensi Desain Orthosis

## 2.1.1. Referensi Sistem Joining

Gambar	Deskripsi
	<p>Sistem join dengan lock otomatis yang berubah beberapa derajat secara berkala</p>
	<p>Lock menggunakan material stainless dengan system kunci otomatis yang akan terkunci ketika kaki dalam posisi 180°</p>
	<p>Sistem join dengan kuncian manual agar user dapat menyesuaikan sendiri sesuai kebutuhannya</p>

Tabel 2. 4 Referensi Joining Orthosis



## 2.1.2. Referensi Material Orthosis

Gambar	Deskripsi	Kelebihan
 <p>Orthosis by HKJD</p>	<p>Orthosis dengan ukuran yang dapat disesuaikan baik lebar maupun panjangnya. Rangka stainless dan outer serta inner berbahan fabric</p>	<p>Engsel dan sistem adjustable sangat baik dan dapat menyesuaikan user</p>
	<p>Orthosis dengan rangka besi dan outer polymer. Menggunakan sistem join yang dapat menegakkan kaki secara otomatis dengan tombol. Material yang dipilih didesain untuk orthosis yang tahan air</p>	<p>Material yang ringan dan tahan air serta joining otomatis dengan tombol yang memudahkan pergerakan kaki yang lemah</p>
 <p>3d printed KAFO by</p>	<p>Didesain untuk orthosis dengan low cost untuk support kaki setelah mengalami kecelakaan atau cedera</p>	<p>Ringan dan bentuknya menarik, namun produksi masih custom tiap user</p>

Tabel 2. 5 Referensi Material Orthosis

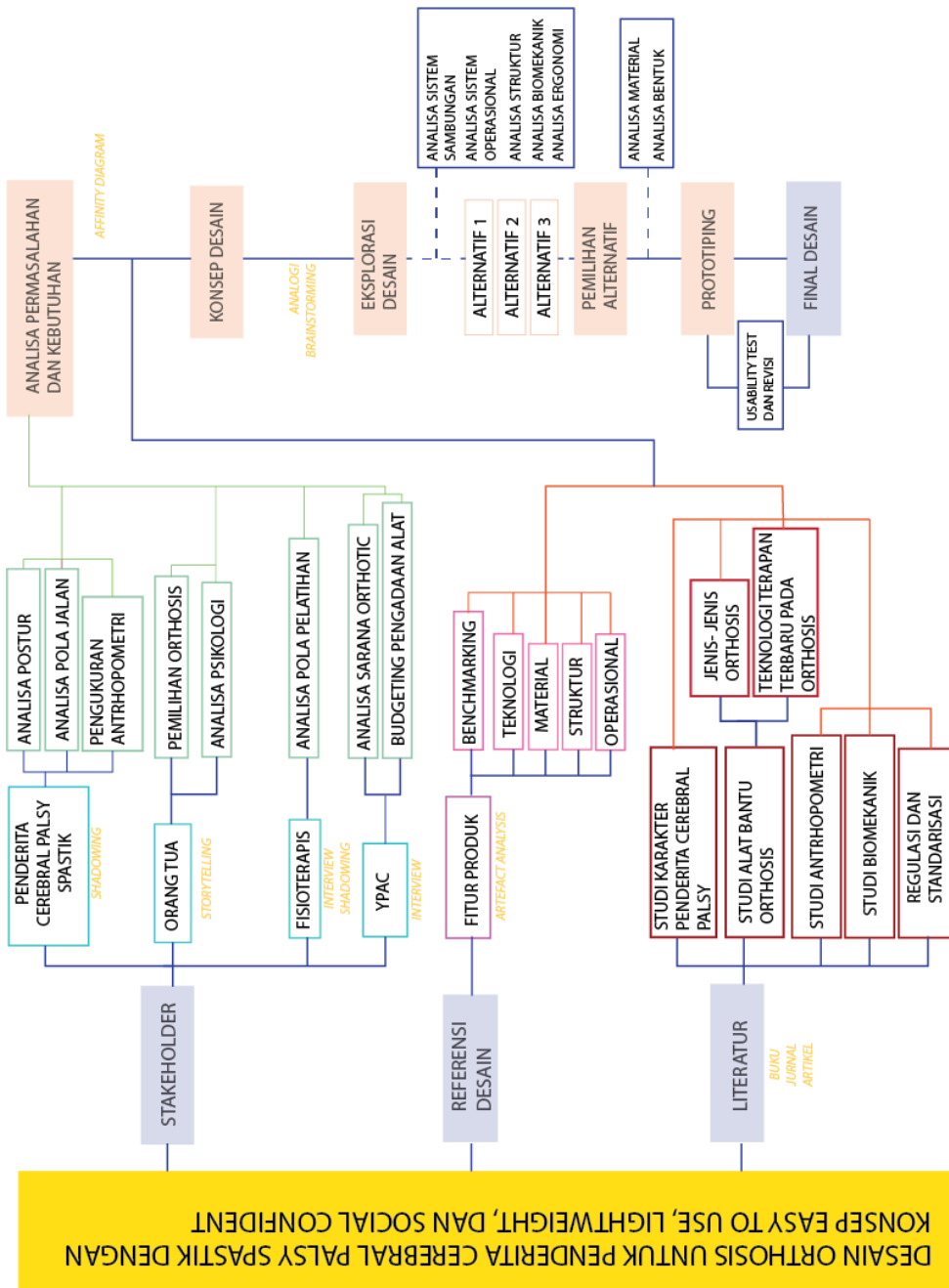


## BAB 3

### METODOLOGI DESAIN

#### 3.1. Skema Penelitian

Dalam perancangan desain *orthosis* ini digunakan beberapa metode dan proses dalam mengumpulkan data. Berikut skema pengumpulan data dan proses



desain yang dilakukan:

Gambar 3. 1 Skema Penelitian

### 3.2. Metode Pengumpulan Data

Berdasarkan skema penelitian pada gambar 3.1 pengumpulan data didapatkan dari tiga sumber yaitu *stakeholder*, studi eksisting, dan studi literatur. Pengumpulan data dari berbagai sumber ini akan membantu dalam menemukan permasalahan dan kebutuhan. Permasalahan dan kebutuhan yang didapatkan kemudian disimpulkan dan digunakan sebagai patokan dalam mendesain. Berikut metode yang dilakukan dalam pengumpulan data:

#### 3.2.1. Studi Literatur

Dari data literatur tersebut didapatkan informasi mengenai karakteristik penderita CP, penelitian dan informasi mengenai alat bantu *orthosis*, data antropometri yang dibutuhkan dalam mendesain *orthosis*, data biomekanik terkait *orthosis*, regulasi dan standarisasi. Data literatur berguna mendukung data primer dan memperkuat konsep desain.

#### 3.2.2. Data Stakeholder

Data dari stakeholder merupakan data primer yang menjadi sumber utama untuk mengidentifikasi permasalahan dan menentukan konsep desain pada perancangan ini. Stakeholder disini merupakan direct user dan user pasif, yaitu penderita CP dengan tingkat GMFC level I- IV, orang tua, fisioterapis, dan lembaga pendidik terkait atau Yayasan Pendidikan Penderita Cacat (YPAC). Berikut metode yang diterapkan dalam pengumpulan data dari stakeholder:

##### A. *Deep Interview*

Metode ini digunakan untuk mengetahui pengalaman penggunaan produk selama ini, memahami permasalahan, kebutuhan dan harapan yang menjadi prioritas pengembangan produk. *Deep Interview* dilakukan kepada fisioterapis dan Pembina YPAC Surabaya untuk mengetahui mengenai pola penanganan dan pelatihan penderita CP,

menganalisa produk *orthosis* yang digunakan, dan analisa budgeting pengadaan alat bantu di YPAC Surabaya. Interview juga dilakukan dengan orang tua atau keluarga penderita sebagai pemberi masukan dan pengambil keputusan dalam pembelian *orthosis*. Berikut profil narasumber:

#### 1. Fisioterapis



Pak Hendro. Usia 46 tahun. Fisioterapis di YPAC Surabaya. Pak Hendro adalah lulusan S1 Fisioterapi dan menjadi pembina terapi fisik di YPAC Surabaya selama 25 tahun.



Bapak Purnomo. Usia 42 tahun. Pak Pur adalah fisioterapis sekaligus pengurus bagian sarana prasarana di YPAC Surabaya. Pak Pur telah mendapat sertifikasi pembimbing penderita berkebutuhan khusus dan menjadi Pembina di YPAC selama 20 tahun. Pak Pur juga berpengalaman dalam membuat *orthosis*.

#### 2. Pengurus YPAC



Ibu Endang. Usia 42 tahun. Kepala YPAC Surabaya. Jumlah penderita binaan di YPAC tahun ajaran 2015- 2016 sebanyak 73 penderita. Ibu Endang telah sering melakukan observasi dan *assessment* terhadap penderita binaan baik yang akan masuk

### 3. Orang tua



Pak Jamrozi. Usia tahun. Pak Ozi memiliki penderita perempuan umur 18 tahun dengan diagnosa *cerebral palsy spastic diplegia* dengan athetoid. Kemampuan penderita tergolong dalam GMFC III dengan kemampuan mobilitas mandiri dengan bantuan orang lain.

Pada orang tua juga dilakukan metode *story telling* karena orang tua dapat menceritakan lebih detil permasalahan yang dialami sehari-hari. Metode ini digunakan untuk dapat mengidentifikasi permasalahan yang berfokus pada masalah individu dan sosial.

### B. *Shadowing*

Kegiatan *shadowing* ini penulis lakukan selama 3 minggu di YPAC Surabaya. *Shadowing* dilaksanakan pada tanggal 16 Maret s.d 30 Maret 2016, dan tanggal 12 Mei s.d 17 Mei 2016.





Gambar 3. 2 Shadowing di YPAC Surabaya

Observasi yang dilakukan selama di YPAC Surabaya yakni dengan mengamati secara detil kegiatan pembelajaran dan terapi yang berlangsung antara pukul 08.00 WIB hingga pukul 15.00 WIB. Dari observasi ini didapatkan data berupa:

- Aktivitas bersosialisasi
- Aktivitas terapi fisik dan okupasi
- Aktivitas penggunaan alat bantu, termasuk orthosis
- Pola gerak penderita saat beraktivitas dan saat terapi
- Karakter psikologis orang tua
- Tahapan terapi yang diterapkan pada penderita CP

Data- data tersebut dapat dianalisa dan dijadikan pertimbangan konsep yang akan diterapkan dalam mendesain alat orthosis yang sesuai.

### 3.2.3. Referensi Desain

Data referensi dibutuhkan untuk menggali informasi mengenai fitur- fitur pada produk *orthosis* yang ada sebelumnya. Jenis data yang digunakan adalah data kualitatif yang digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada sebelumnya atau mengadaptasi fitur- fitur yang lebih baik. Data ini digunakan juga sebagai studi pembandingan atau *benchmarking* produk rancangan dengan produk yang sudah ada. Data yang diperlukan meliputi:

- a. Data tentang material

- b. Data teknologi yang diterapkan,
- c. Data tentang struktur orthosis, dan
- d. Data fitur sistem operasional orthosis.

Metode yang digunakan untuk mendapatkan data referensi produk orthosis yang sudah ada yaitu dengan observasi langsung maupun melalui media online yang menjual orthosis.

### **3.3. Affinity Diagraming**

Setelah memperoleh data- data hasil observasi, terdapat banyak data permasalahan, kebutuhan, dan ide yang muncul. Affinity diagram merupakan metode yang dapat memudahkan dilakukannya pengidentifikasian serta penyaringan isu- isu menarik atau permasalahan yang ada dalam data- data tersebut. Isu- isu ini kemudian dikelompokkan berdasarkan kesamaan isu atau hubungan permasalahan dan penyelesaiannya, hingga terbentuk menjadi kelompok- kelompok data. Kemudian kelompok- kelompok data tersebut diberikan judul atau nama berdasarkan garis besar yang sudah terbentuk dan menjadi beberapa konsep.

### **3.4. Pengukuran Antropometri**

Pengukuran antropometri dilakukan dengan cara mengukur secara langsung ukuran tubuh penderita CP sesuai ukuran yang dibutuhkan. Hasil pengukuran ini bertujuan untuk memperoleh data dimensi tubuh yang akan menjadi acuan dimensi untuk desain alat bantu *orthosis*. Subjek penelitian dipilih 10 penderita *homogenous* dengan kriteria:

1. Penderita dengan diagnosa *Cerebral Palsy Spastik*
  2. Kemampuan penderita tergolong dalam GMFC I- III, mampu berdiri dari posisi duduk dengan berpegangan, mampu mempertahankan posisi berdiri selama lebih dari 5 detik tanpa jatuh, tidak ada keterbatasan lingkup gerak sendi pasif anggota gerak bawah
  3. Usia penderita antara 7- 18 tahun
- Bagian tubuh yang diukur adalah bagian tubuh dari pinggul kebawah sesuai data anthropometri pada tabel 2.2.

Setelah data antropometri didapatkan, data akan diolah berdasarkan rumus persentile seperti di bawah ini:

Persentil	Perhitungan
1- st	$\bar{x} - 2.325 \sigma X$
2.5- th	$\bar{x} - 1.96 \sigma X$
5- th	$\bar{x} - 1.645 \sigma X$
10- th	$\bar{x} - 1.28 \sigma X$
50- th	$\bar{x}$
90- th	$\bar{x} + 1.28 \sigma X$
95- th	$\bar{x} + 1.645 \sigma X$
97.5- th	$\bar{x} + 1.96 \sigma X$
99- th	$\bar{x} + 2.325 \sigma X$

Tabel 3. 1 Tabel Persentile Data Antropometri, (Wignjosoebroto 2008)

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

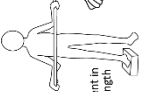

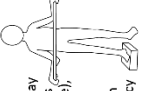

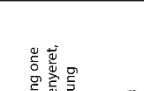

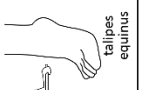






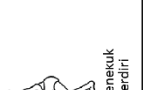



## BAB 4

### STUDI DAN ANALISA

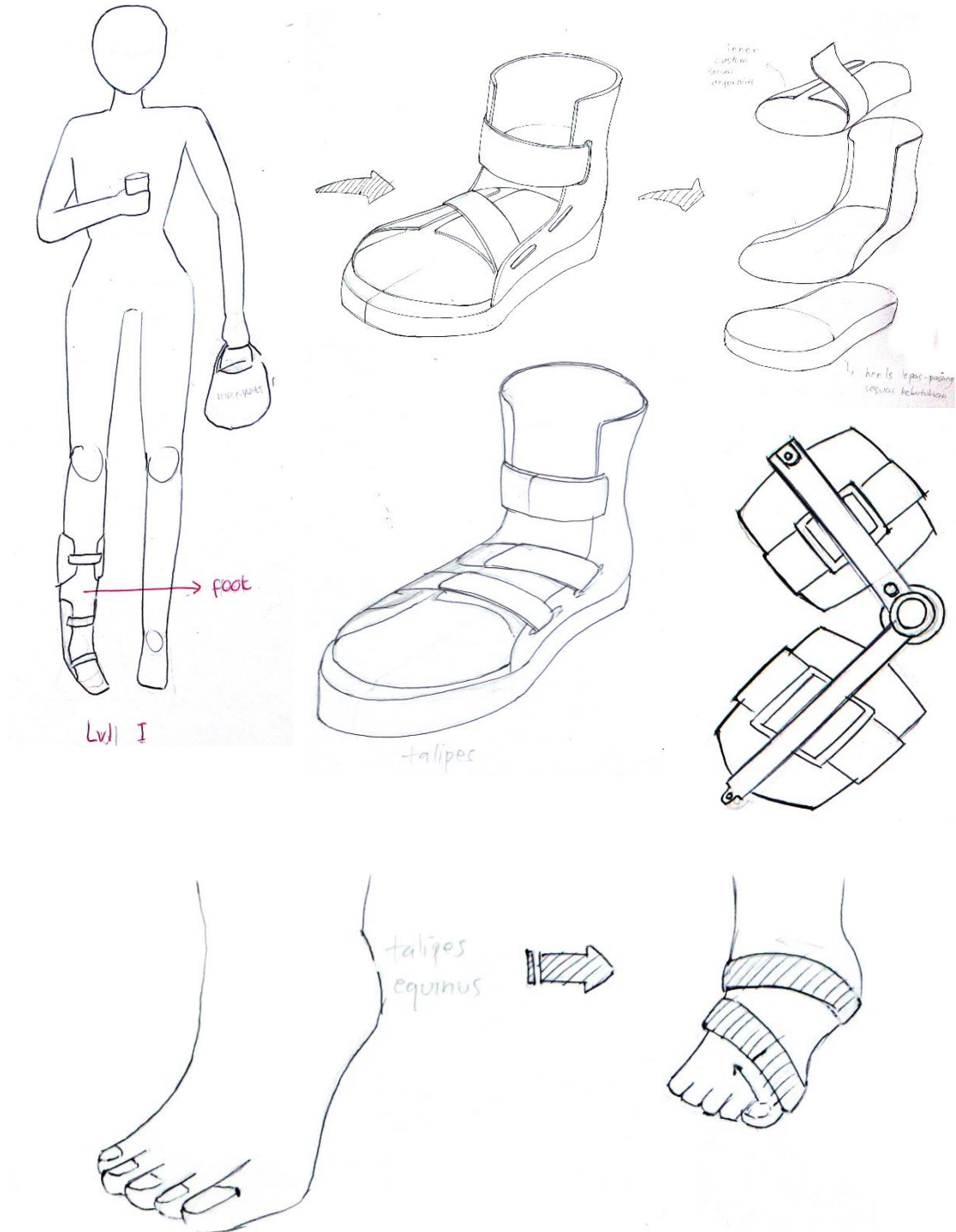
#### 4.1. Studi Postur, Pola Jalan, dan Kebutuhan Orthosis

Berikut tabel studi postur dan karakteristik deformitas pada CP Spastik dari level GMFC I- III. Pada kolom paling kanan didapatkan solusi desain yang dapat mengakomodasi kebutuhan orthosis dari ketiga level GMFC penderita.

JENIS		GANGGUANNYA		KARAKTER POSTUR (KAKI)		POLA JALAN	KEBUTUHAN		SOLUSI DESAIN
Level 1	spastik monoplegi	jarang terjadi, bagian yang terpengaruh tumbuh lebih pendek		different in leg length		kaki menyeret pada bagian yang terpengaruh, jalan dengan badan condong	make lift on sole		orthotic bagian kaki dapat diberi sol tambahan atau lepas pasang
	spastik hemiplegi								
	spastik triplegi (2 tangan 1 kaki)								
Level 2	spastik hemiplegi	hip and knee contractures, may be asternognosis (sensory change), leg- length discrepancy		tiptoe walking		tip toe walking one side, kaki menyeret, lutut cenderung menekuk	make lift on sole		orthotic bagian kaki dapat diberi sol tambahan atau lepas pasang
	spastik triplegi (2 tangan 1 kaki)	tangan lebih pendek, may represent hemiplegi		leg- length discrepancy			stopper yang menghalangi kaki menekuk ke bawah		adanya bagian tambahan dalam orthosis dengan strap untuk menarik ke posisi normal
	spastik diplegi	contracture of ankle and feet, may also contracture on hip and knee, posisi duduk- berdiri dengan berpegangan		lutut menekuk saat berdiri		scissor gait	heel dan strap bagian lutut		orthotic bagian kaki dapat diberi sol tambahan atau lepas pasang
Level 3	spastik paraplegi	mempengaruhi kedua kaki, tangan normal, may contracture oh hip and knee		bear weight on medial midfoot		poor balance	stopper yang menghalangi kaki menekuk ke atas		adanya bagian tambahan di dalam orthosis dengan strap untuk menarik ke posisi normal
	spastik triplegi (1 tangan 2 kaki)	an affected limb may equal in length, may represent paraplegi		lutut menekuk saat berdiri			heel dan strap bagian dalam		engsel pada tibia dan lutut dengan stopper
							stopper yang menghalangi kaki menekuk ke atas		knee band di bagian dalam kaki

#### 4.1.1. CP Spastik Level I

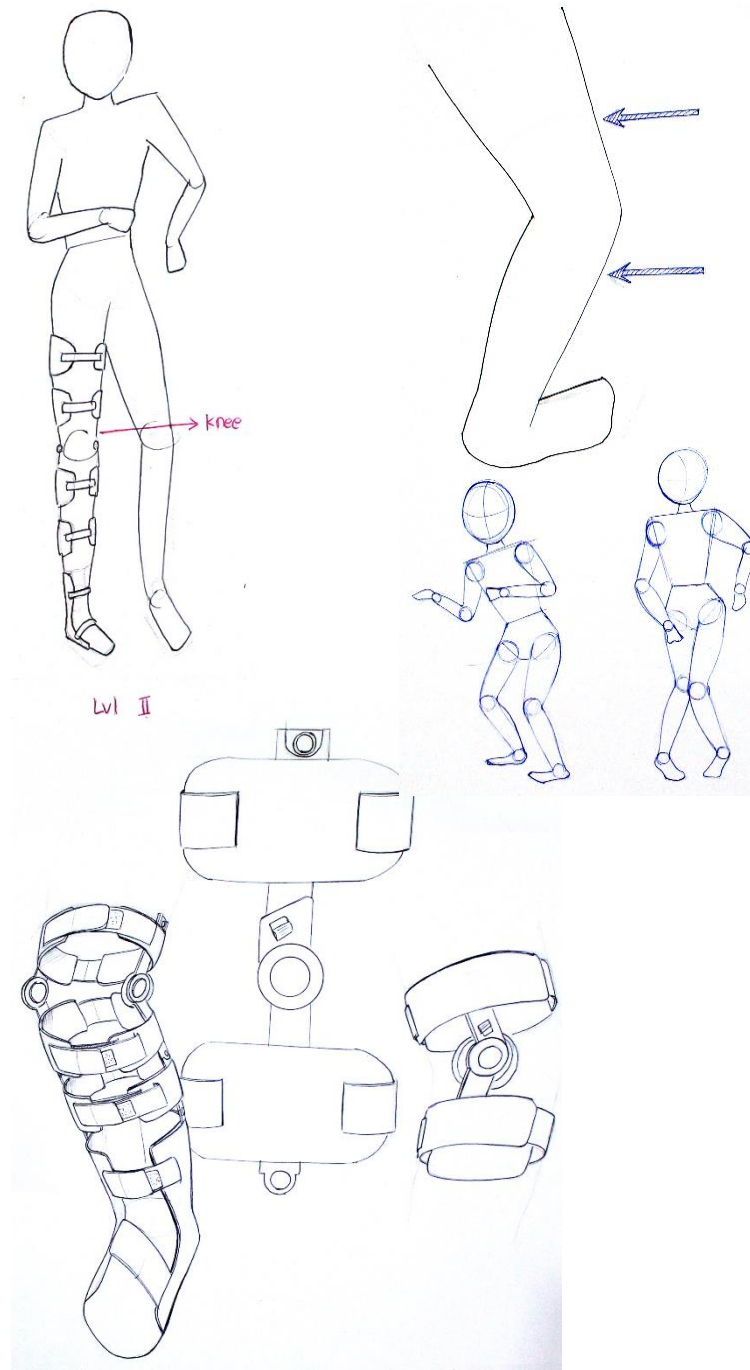
- a. Sol tambahan untuk mengatasi panjang kaki yang berbeda
- b. Strap dari dalam keluar



Gambar 4. 1 Orthosis untuk CP Spastik Level I

#### 4.1.2. CP Spastik Level II

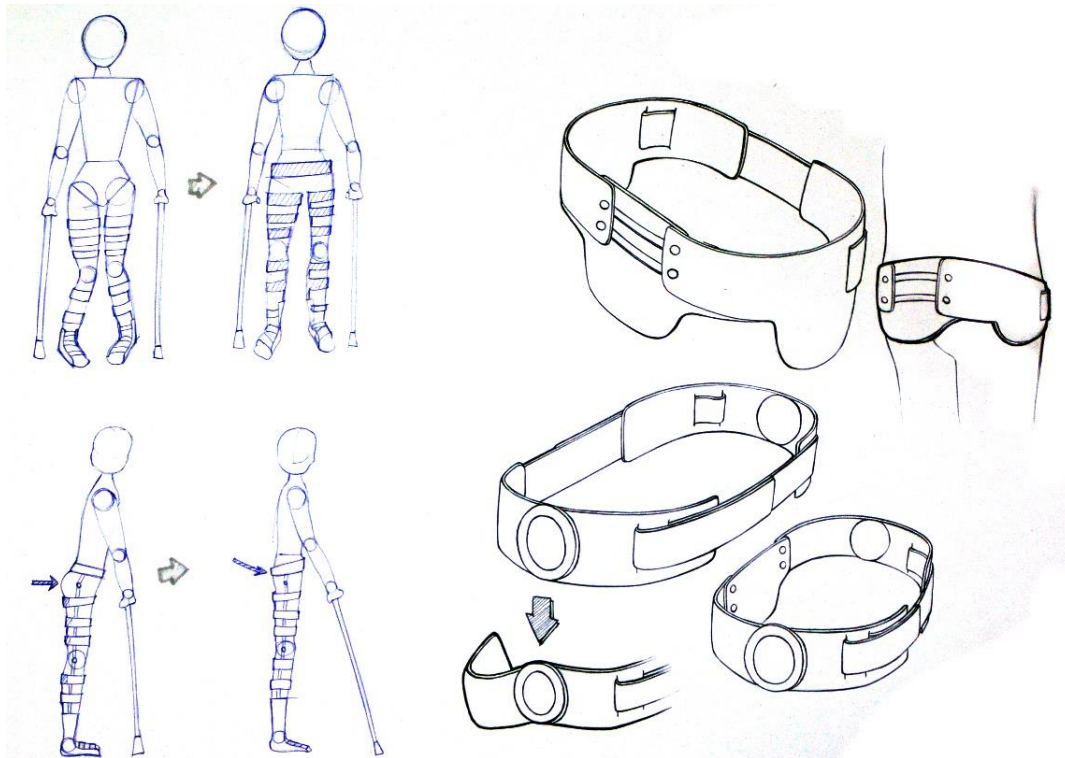
- a. Sol tambahan untuk panjang kaki yang berbeda
- b. Mendorong bagian lutut ke posisi lurus saat berdiri dan ber



Gambar 4. 2 Orthosis untuk CP Spastik Level II

#### 4.1.3. CP Spastik Level III

- a. Menahan bagian lutut di posisi lurus
- b. *Hip band* yang dapat dipasang saat berdiri dan berjalan, namun dapat dilepas saat duduk

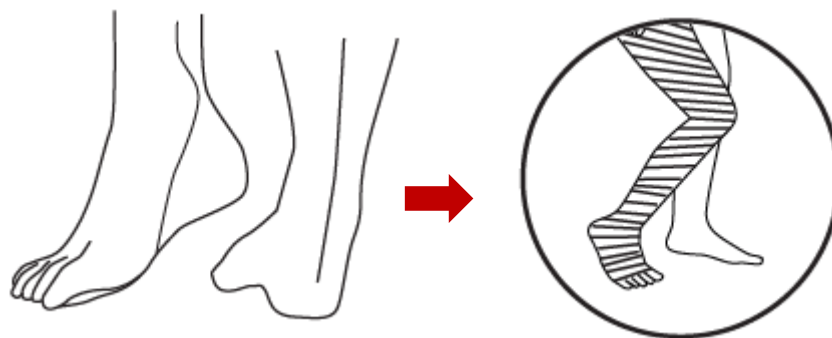


Gambar 4. 3 Orthosis untuk CP Spastik Level III

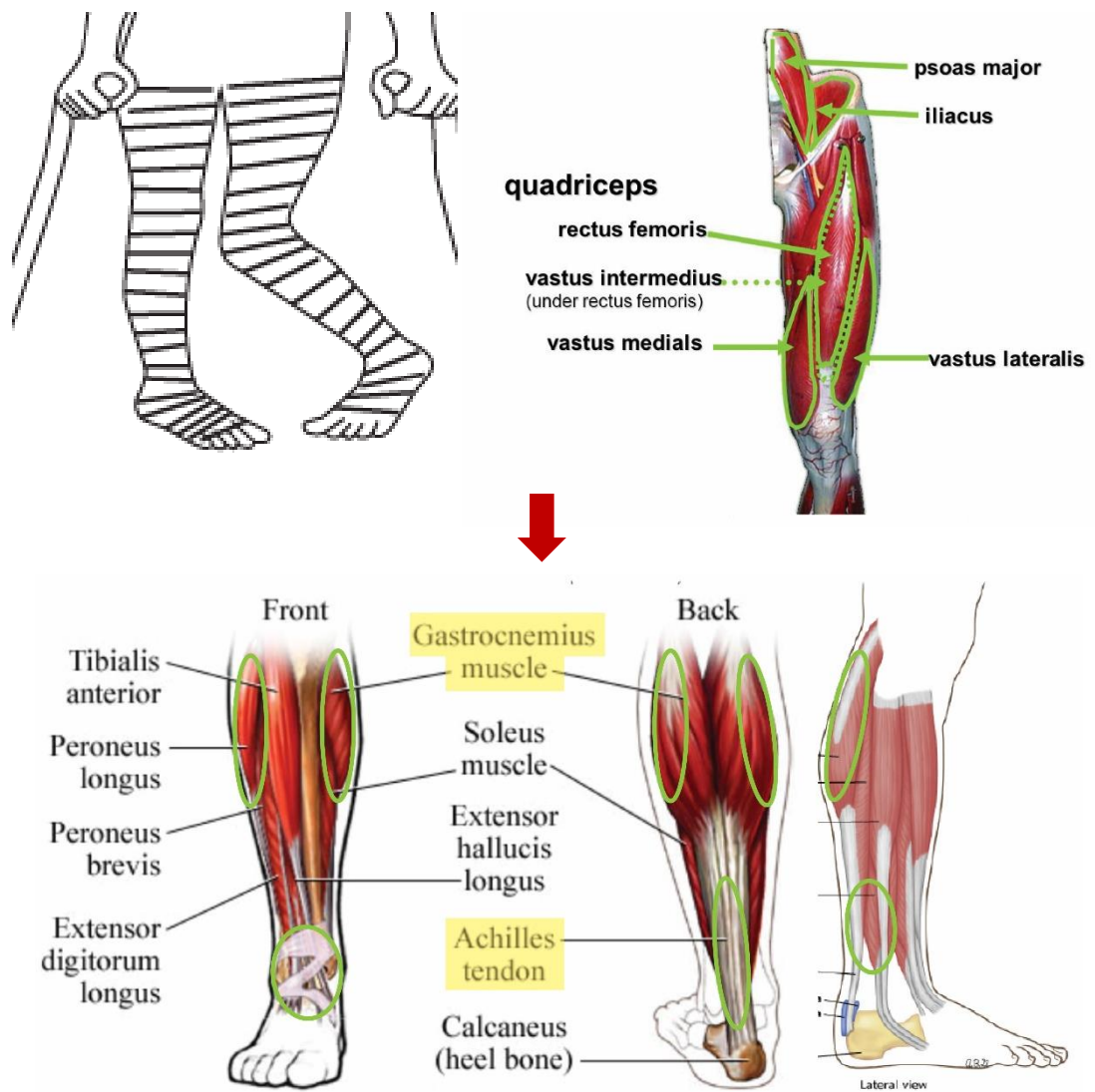
## 4.2. Analisa Ergonomi dan Antropometri

### 4.2.1. Titik Kritis

Pada penderita CP Spastik terjadi kontraktur dan pemendekan beberapa bagian otot. Berikut bagian- bagian otot yang mengalami kontraktur:



Gambar 4. 4 Bagian Kontraktur Otot Paha Atas

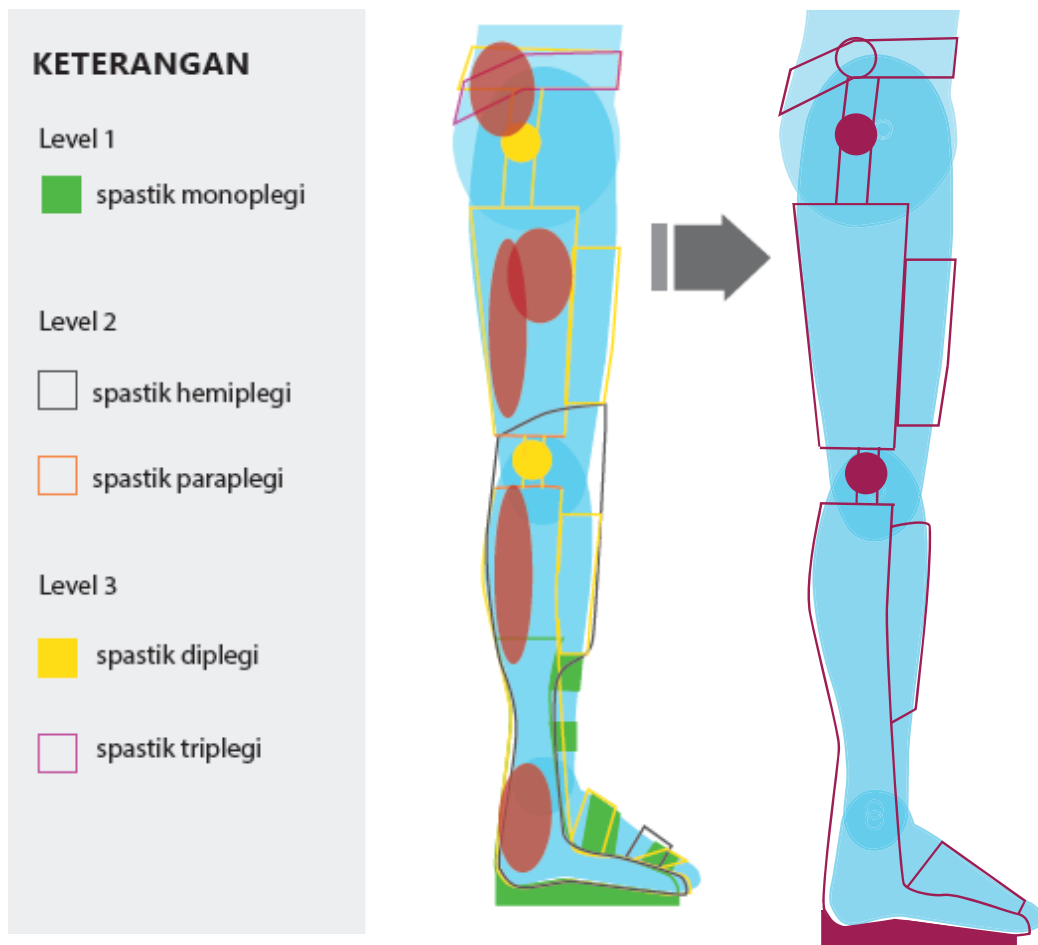


Gambar 4. 5 Bagian Kontraktur Otot Kaki

Bagian- bagian otot yang mengalami kontraktur inilah yang perlu penunjang normalisasi dan kontrol untuk mengurangi kontraktur. Pada otot penderita CP yang mengalami kontraktur gaya normalnya bekerja dua kali lipat dari gaya manusia normal. Maka dalam mensupport orthosis tidak boleh menjepit bagian otot ini yang dapat menyebabkan penderita kesakitan. Berikut posisi support orthosis berdasarkan bagian otot yang kontraktur dan sesuai rekomendasi terapis:

- a. Pada level I dapat disupport dengan *Ankle Foot Orthosis* saja
- b. Level II disupport dengan *Knee Angkle Foot Orthosis*

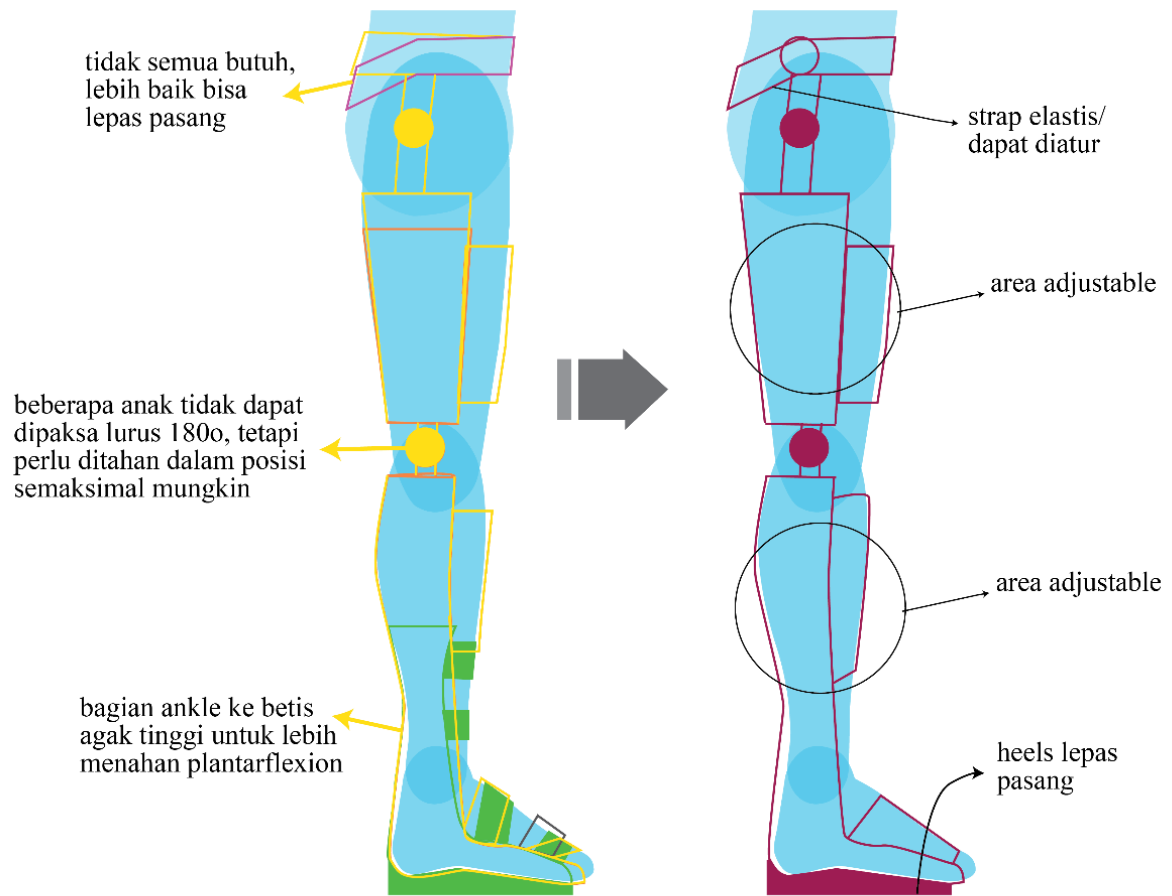
c. Level III disupport dengan *Hip Knee Angkle Foot Orthosis*



Gambar 4. 6 Posisi Support Orthosis

#### 4.2.2. Penempatan Fitur Orthosis

Berdasarkan analisa titik kritis otot yang perlu ditunjang oleh orthosis kemudian didapatkan penempatan fitur dan mekanisme orthosis sebagai berikut:

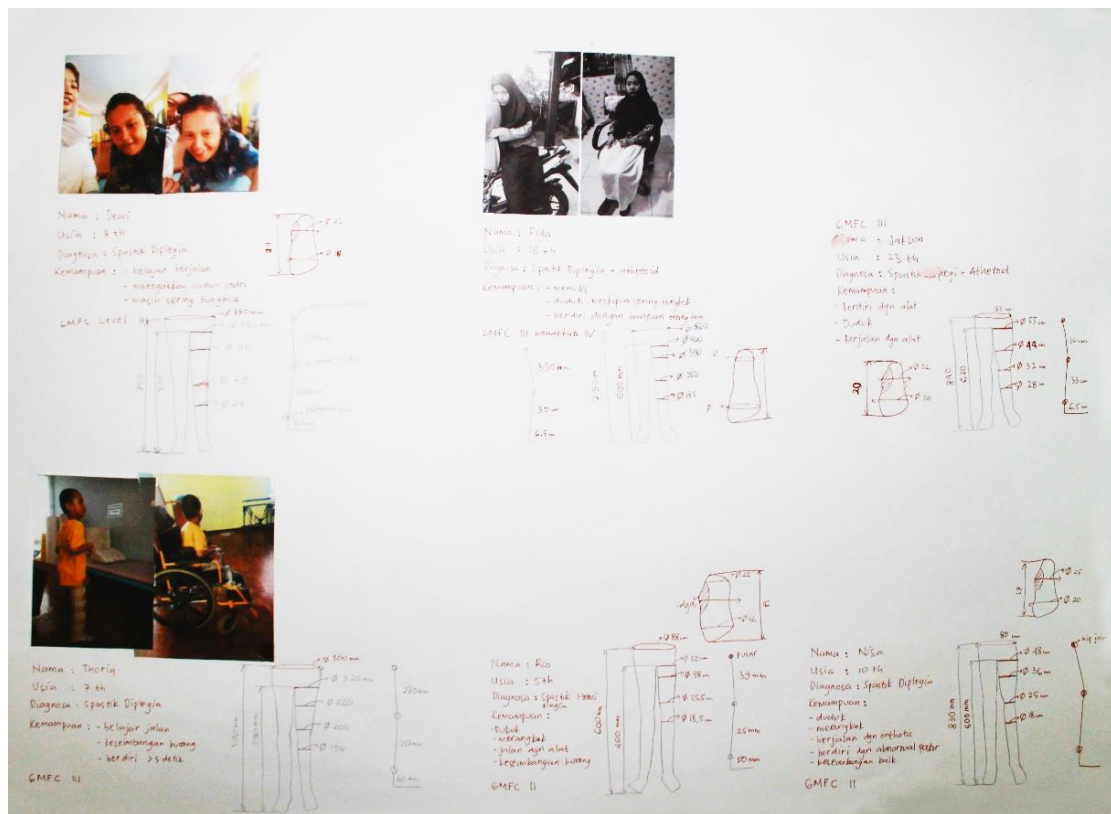


Gambar 4. 7 Penempatan Fitur Pada Orthosis

#### 4.2.3. Antropometri

Setelah mendapatkan hasil analisa posisi support orthosis dilakukan pengukuran produk sesuai anthropometri CP. Penderita CP Spastik memiliki ukuran anthropometri yang berbeda dengan orang normal. Hal ini dikarenakan sindrom gagal tumbuh akibat gangguan saraf dan otot yang dialami. Maka untuk melakukan analisa anthropometri dilakukan pengukuran secara langsung pada 10 penderita CP Spastik dengan tingkat GMFC I- III.





Gambar 4. 8 Pengukuran Antrhopometri Penderita CP

Kemudian dari hasil pengukuran langsung yang telah dilakukan didapatkan ukuran sebagai berikut:

sample	tinggi pinggang	tinggi panggul	tinggi tulang paha	tinggi selangka (-30mm)	tinggi sumbu lutut	tinggi sendi ankle	panjang telapak kaki	lebar telapak kaki
1	700	600	580	540	380	70	230	90
2	590	490	400	360	320	60	150	75
3	750	640	615	570	365	65	210	85
4	600	500	420	370	300	50	160	80
5	840	750	620	590	395	65	260	100
6	760	660	580	530	360	70	180	90
7	800	700	580	540	350	70	240	95
8	680	590	500	460	370	65	220	90
9	620	520	420	380	320	55	200	85
10	700	590	500	460	375	60	230	90



diameter ankle	diameter pergelangan	diameter betis	diameter lutut	diameter distal thigh	diameter paha	diameter pangkal paha	diameter panggul	diameter pinggang
220	220	250	290	320	400	520	880	860
180	150	180	200	230	260	320	650	640
220	200	185	250	290	390	500	860	840
220	190	185	230	255	380	500	880	850
260	250	280	320	380	440	550	830	820
250	240	180	250	290	360	480	820	800
240	220	260	300	360	420	500	820	810
200	170	250	300	350	390	500	860	850
210	190	185	220	240	300	340	680	670
220	200	265	290	310	400	500	860	850

Tabel 4. 2 Data Antropometri Penderita CP

Kemudian data tersebut diolah sesuai rumus persentile pada tabel 3.1.

Berikut hasil persentile dari data data antropometri.

Persentile	tinggi pinggang	tinggi panggul	tinggi tulang paha	tinggi selangka (-30mm)	tinggi sumbu lutut	tinggi sendi ankle	panjang telapak kaki	lebar telapak kaki
1-st	507	405	324	279	282	47	130	80
2.5-st	538	436	355	311	293	50	140	80
5-st	565	463	382	338	303	52	150	80
10-st	596	494	413	369	314	54	160	80
50-st	704	604	522	480	354	63	210	90
90-st	812	714	630	591	393	72	250	100
95-st	843	745	661	622	404	74	270	100
97.5-st	870	772	688	649	414	76	280	100
99-st	901	803	719	681	425	79	290	100

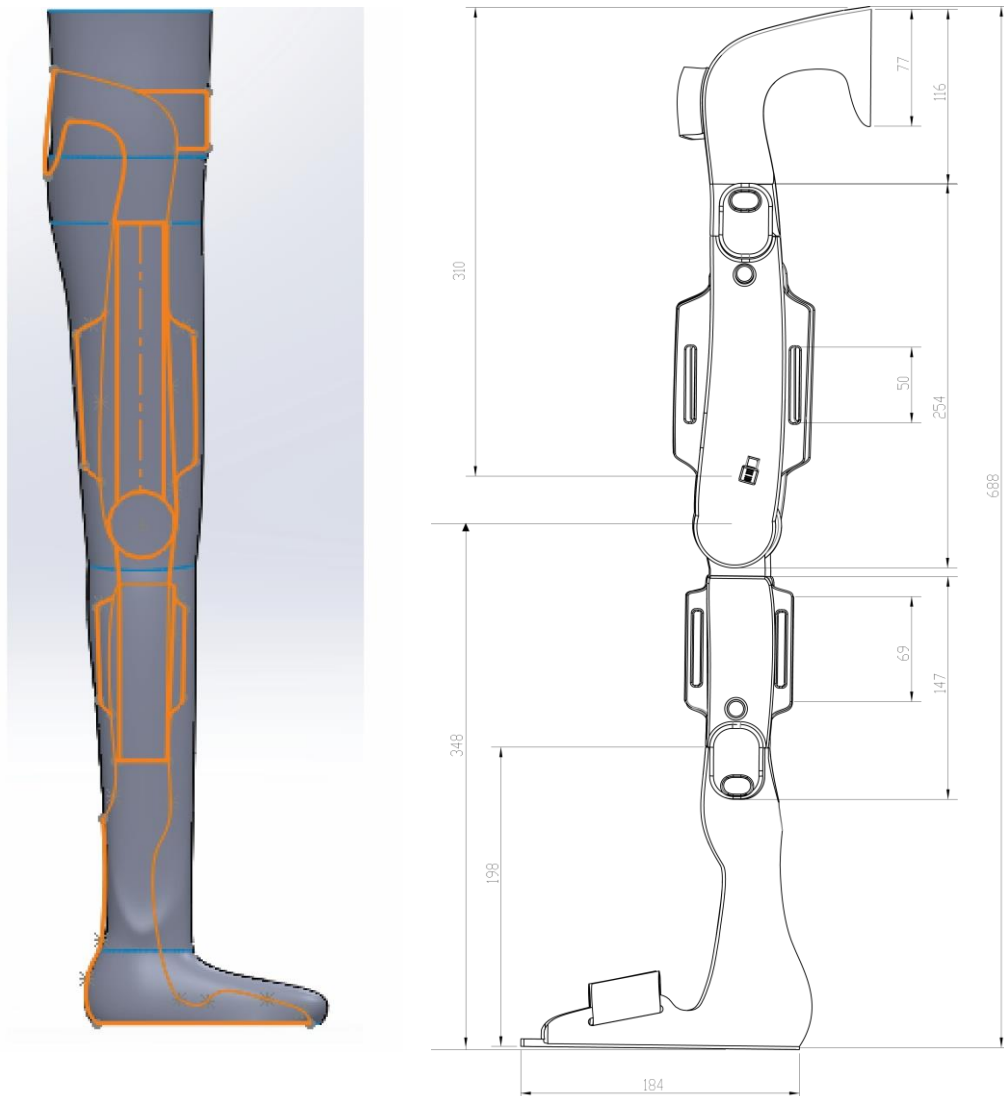
diameter ankle	diameter pergelangan	diameter betis	diameter lutut	diameter distal thigh	diameter paha	diameter pangkal paha	diameter panggul	diameter pinggang
170	130	124	171	183	247	293	624	616
180	140	140	186	202	267	321	654	645
180	150	153	199	218	284	345	679	670
190	160	168	213	237	304	373	709	698
220	200	222	265	303	374	471	814	799
250	240	276	317	368	444	569	919	900
260	250	291	331	387	464	597	949	928
270	260	304	344	403	481	621	974	953
280	270	320	359	422	501	649	1004	982

Tabel 4. 3 Hasil Persentile Data Antropometri

Dari tabel diatas didapatkan ukuran persentile pengguna sesuai kebutuhan antropometri pada *orthosis*. Baris berwarna kuning menandakan ukuran dari persentile yang akan menjadi standar ukuran S, M, dan L pada *orthosis*, yaitu 5%-ile untuk ukuran S, 50%-ile untuk ukuran M, dan 95%-ile untuk ukuran L. Ukuran ini kemudian menjadi patokan dalam mendesain *orthosis* dan pada sistem *adjustable*.

### Kesimpulan:

Sesuai analisa posisi support *orthosis*, posisi mekanisme, dan data antropometri yang ada, didapatkan dimensi *orthosis* sebagai berikut.



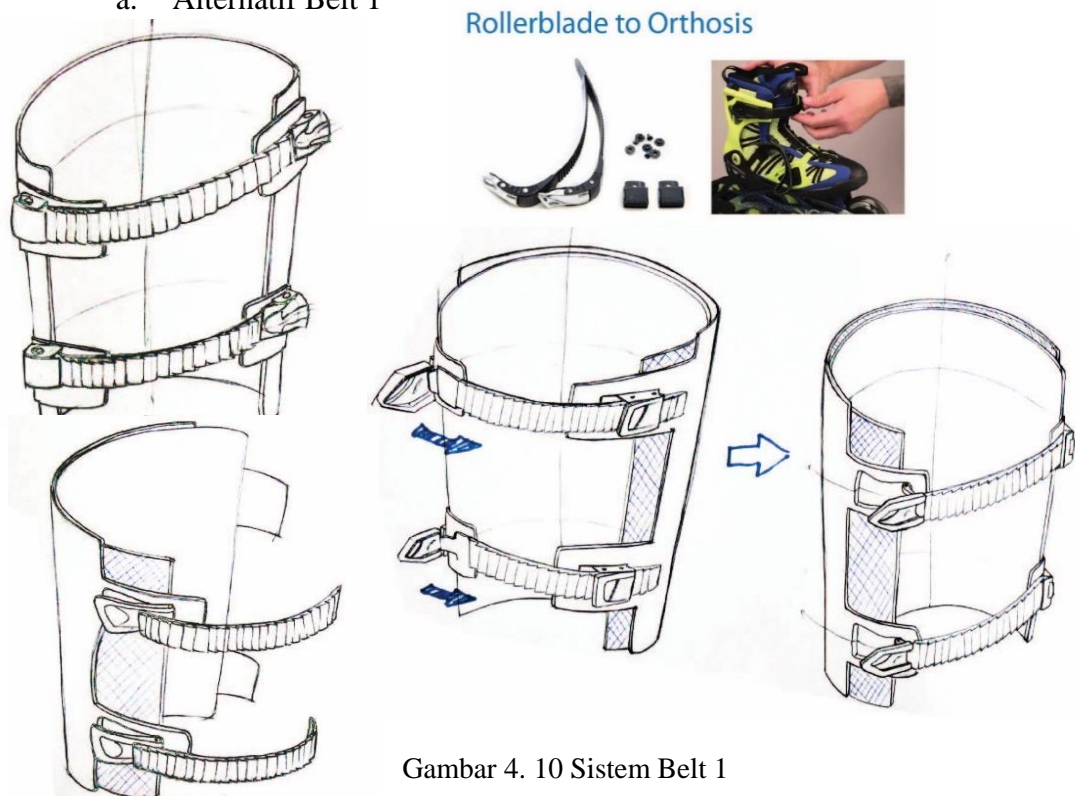
Gambar 4. 9 Dimensi Orthosis

### 4.3. Analisa Sistem Operasional Produk

#### 4.3.1. Belt

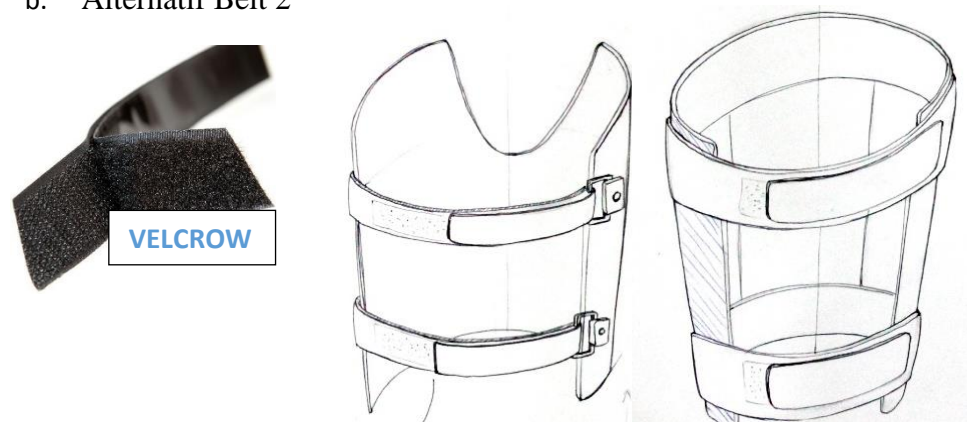
Sistem operasional pada belt yang sebelumnya mempersulit operasional dibuat lebih simple dan mudah dioperasikan satu tangan. Hal ini bertujuan untuk mempercepat proses pemakaian orthosis yang sebelumnya membutuhkan bantuan dua orang dapat dilakukan satu orang saja.

##### a. Alternatif Belt 1



Gambar 4. 10 Sistem Belt 1

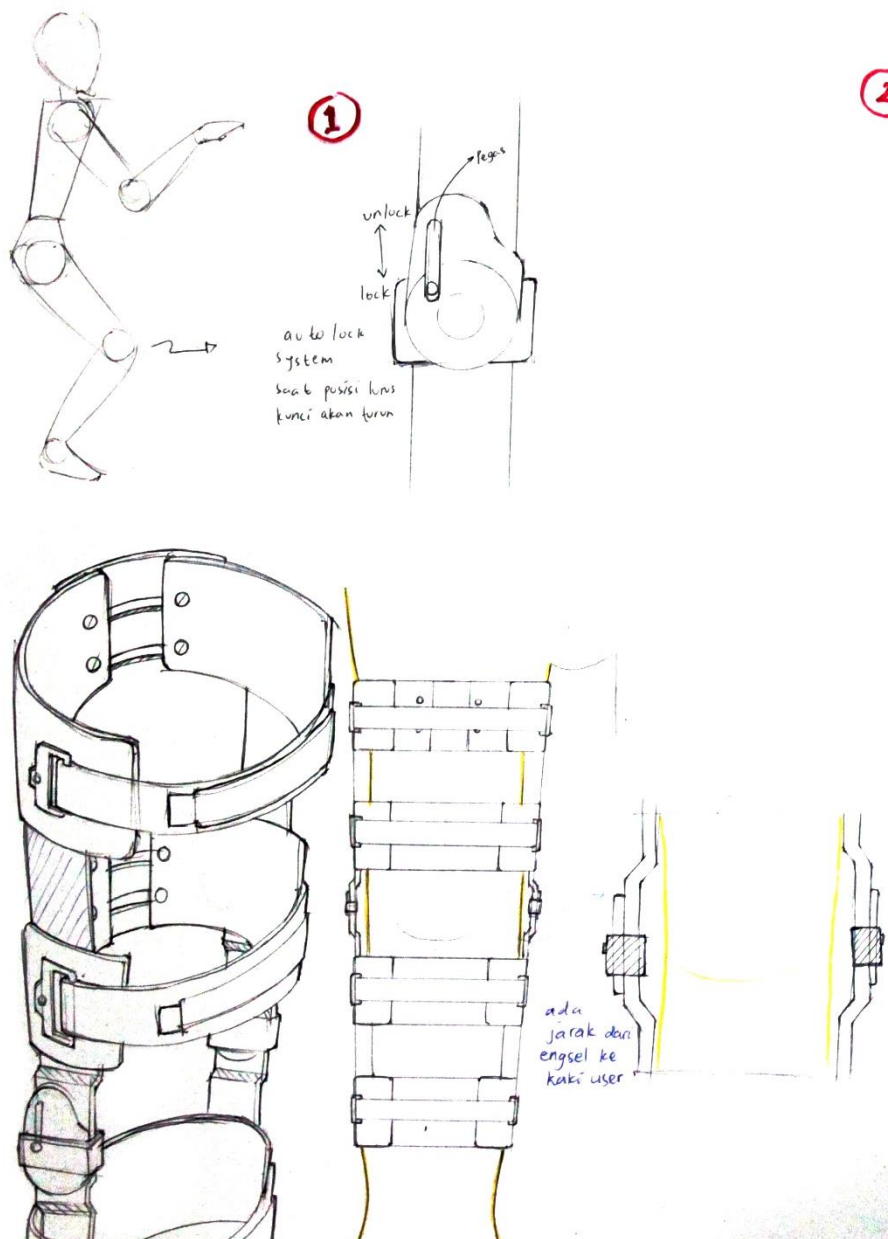
##### b. Alternatif Belt 2



Gambar 4. 11 Sistem Belt 2

### 4.3.2. Knee Join Locking System

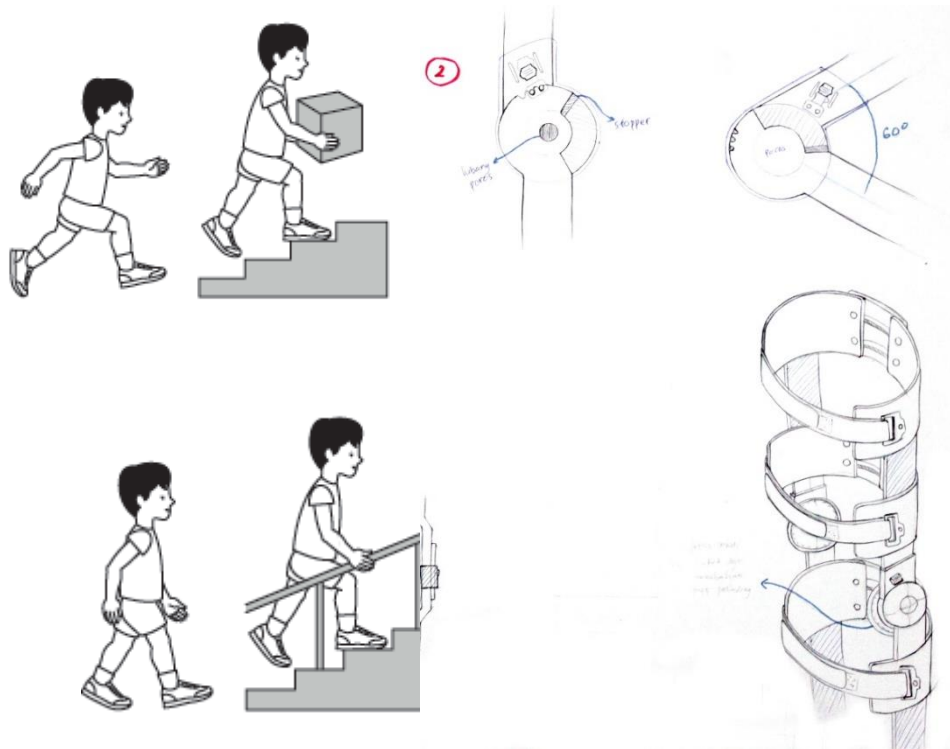
#### c. Alternatif Joining 1



Gambar 4. 12 Alternatif Locking System 1

Alternatif joining 1 ini menggunakan system kunci otomatis, jika kaki pengguna dalam kondisi lurus kunci akan turun otomatis sehingga menahan kaki tetap pada posisi lurus. Pada joining ini sudut flexion dan extension tidak terbatas.

## 5. Alternatif Joining 2

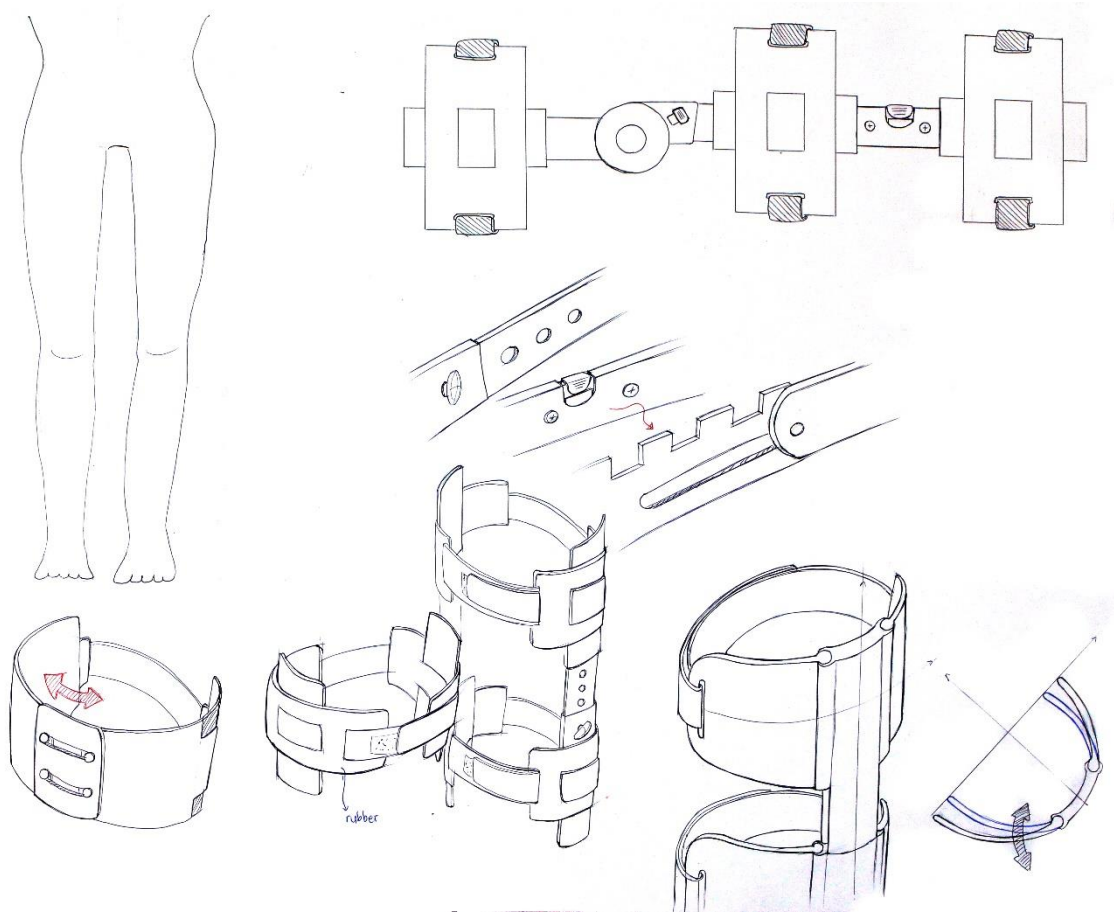


Gambar 4. 13 Alternatif Joining 2

Pada alternative joining 2 kunci pada engsel manual dengan sudut extension maksimal  $60^\circ$ . Pada alternative ini kuncian manual dimaksudkan agar pengguna dapat berlatih naik- turun tangga tanpa hambatan kunci pada engsel.

### 5.1.1. Adjustable

*Adjustable* pada orthosis dimaksudkan agar orthosis tidak perlu dibuat custom perseorangan dengan harga yang mahal. Sistem ini juga dapat memungkinkan orthosis lebih universal sehingga dapat menjadi pilihan terapis yang membutuhkan satu orthosis untuk banyak pasien.



Gambar 4. 14 Adjustable System pada Orthosis

#### 4.4. Psikografi Konsumen

##### 4.4.1. Analisa Psikografi Pasien CP Spastik

Analisa psikografi konsumen dengan menganalisa AIO (Activity, Interest, dan Opinion) dari demografi calon konsumen.

DEMOGRAFI KONSUMEN		AIO			KEBUTUHAN
		ACTIVITY	INTEREST	OPINION	
Kebiasaan	GMFC I-III	Bermain, berkegiatan sehari- hari, belajar berjalan	Berjalan, mobil, music, bentuk yang lucu, warna- warna menarik	Dapat berjalan dengan postur dan keseimbangan yang perlu disupport	Alat yang memperbaiki postur dan menunjang keseimbangan

Sex	Laki-laki dan perempuan	Berinteraksi dengan sekitar, menonton kartun	Bermain dengan penderita sesamanya, kartun-kartun berwarna dan bersuara khas	Dapat bercerita dan bercanda dengan atau tanpa keterbatasan wicara	Alat yang tidak membatasi gerak dan nyaman digunakan serta meningkatkan percaya diri
pendidikan	Lemba ga YPAC	Belajar, bermain	Mainan interaktif atau bergerak, tampilan bergambar	Mudah mengingat dengan gambar dan bentuk	Alat bantu dengan bentuk yang menarik dan memberikan perspektif 'bagus'.

Tabel 4. 4 Psikografi Penderita CP Spastik

**Kesimpulan:**

Gambaran umum dan kebutuhan orthosis dari pandangan penderita CP Spastik sendiri adalah:

1. *Eye catching color*
2. *Modern*
3. *Comfortable*
4. Tidak membatasi gerak

## 4.4.2. Analisa Psikografi Orang Tua

## a. Ibu penderita



Tabel 4. 5 Tabel AIO Ibu

<i>LIFESTYLE</i>		
ACTIVITY	INTEREST	OCCUPATION
Bekerja Melihat berita Membaca buku, majalah	Media social Tren terkini Kuliner	Dokter
PHYSIO	SOCIO	
Aman, kuat, penggunaan mudah	Dapat diterima di lingkungannya	
PHSYCO	IDEO	
Nyaman, ringkas, aman	Tahan lama, stylish	

Dari tabel AIO diatas didapatkan *lifestyle board* ibu dengan *keyword modern stylish, ringkas, dan nyaman*.

Gambar 4. 15 *Lifestyle Board* Ibu



## b. Ayah penderita

Tabel 4. 6 Tabel AIO Ayah

<i>LIFESTYLE</i>		
ACTIVITY	INTEREST	OCCUPATION
Bekerja Melihat berita Bertemu rekan bisnis berolahraga	Gadget terbaru Futsal	Wiraswasta

PHYSIO	SOCIO
Awet, ringkas, kuat	Dapat terlihat tetap kuat dan sehat
PHSYCO	IDEO
Mudah, aman, ringan	Kepraktisan, keefektifan

Dari tabel AIO diatas didapatkan *lifestyle* ayah dengan *keyword* ringkas, aman, dan nyaman.

Gambar 4. 16 *Lifestyle Board* Ayah

### Kesimpulan:

Kesimpulan dari hasil psikografi konsumen dan *lifestyle board* orang tua didapatkan kata kunci desain antara lain:

1. Ringkas
2. Modern
3. *Comfort*
4. Ringan

### 4.5. *Image Board*

Untuk mengetahui *image* yang akan diterapkan pada desain orthosis, kemudian dilakukan pembagian 3 kutub dengan kata kunci sesuai *keyword* psikografi dan *lifestyle* konsumen.

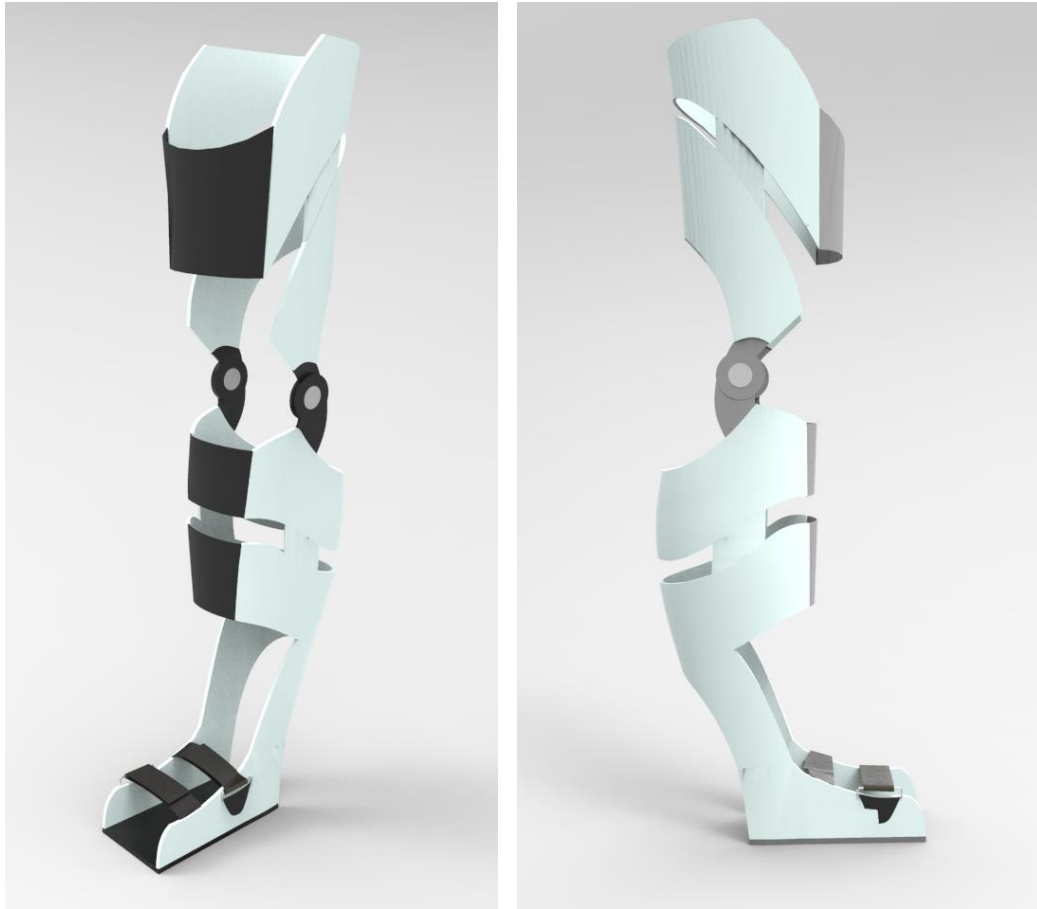


Gambar 4. 17 *Image Board*

**Kesimpulan:** *Image Board* yang digunakan adalah *Image Board* dengan tema *light*, *comfort*, dan *modern*. Desain yang akan dicapai sesuai dengan *image board*, yaitu lebih mengarah ke desain yang modern dan nyaman.

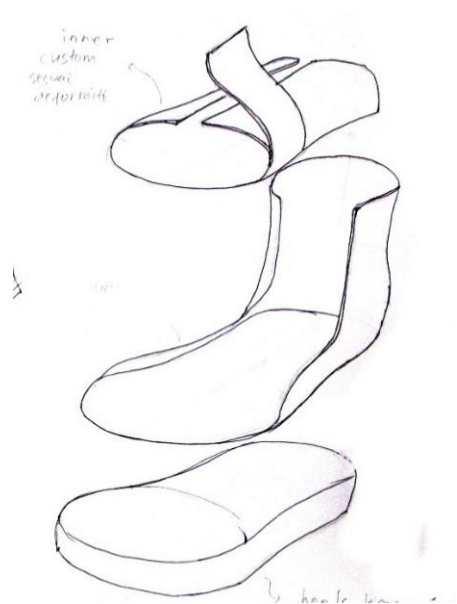
## 4.6. Alternatif Desain

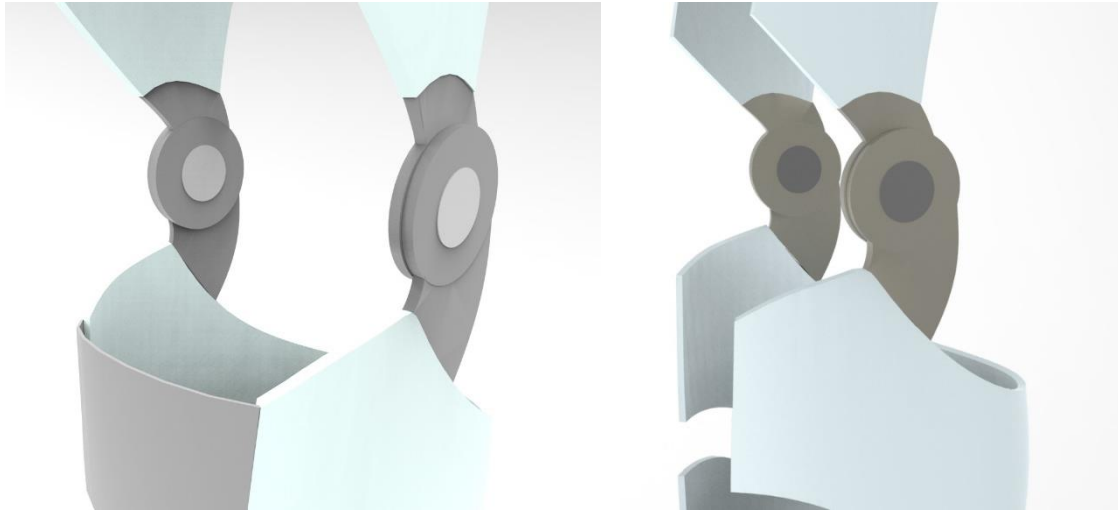
### 4.6.1. Alternatif Desain 1



Gambar 4. 18 Alternatif Desain 1

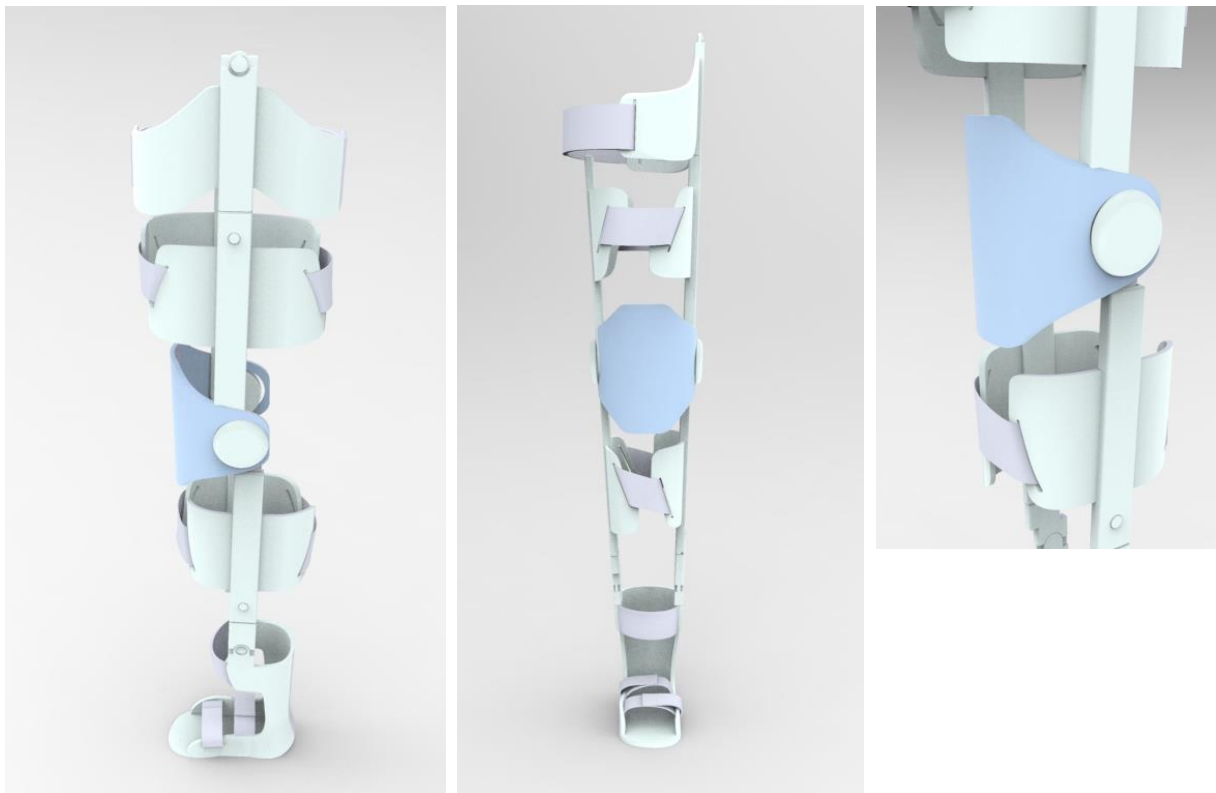
Pada alternative satu ini *orthosis* menggunakan material besi sebagai *joint* dan serat *fiber* di outer dan inner kain flannel di bagian yang bersentuhan dengan kulit. Pada alternative desain ini bagian kaki dapat diganti sesuai deformitas kaki pengguna.





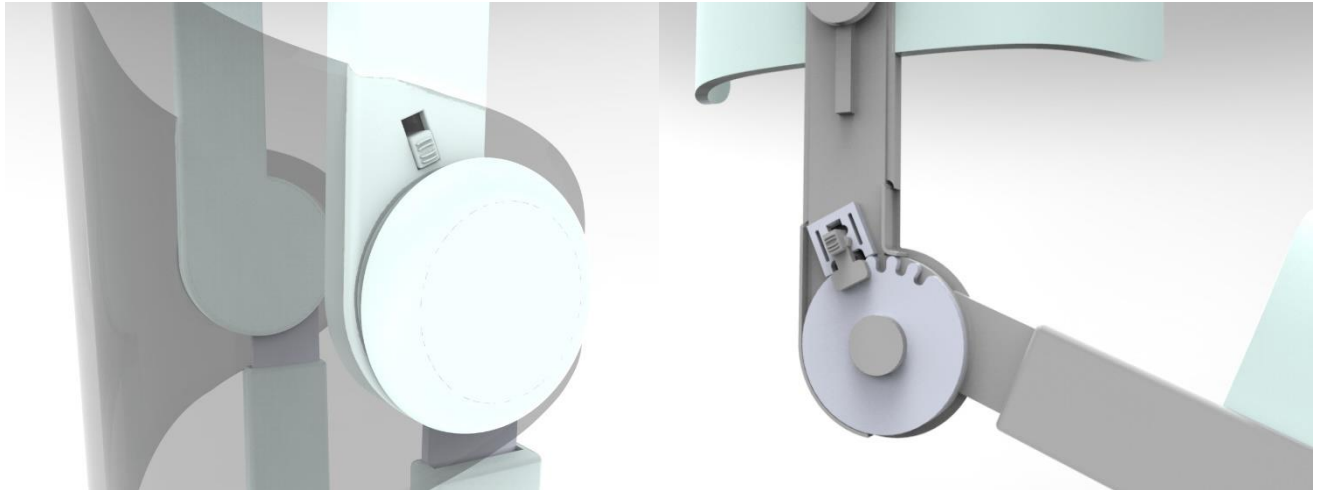
Gambar 4. 19 Joining Sistem Alternatif 1

#### 4.6.2. Alternatif Desain 2



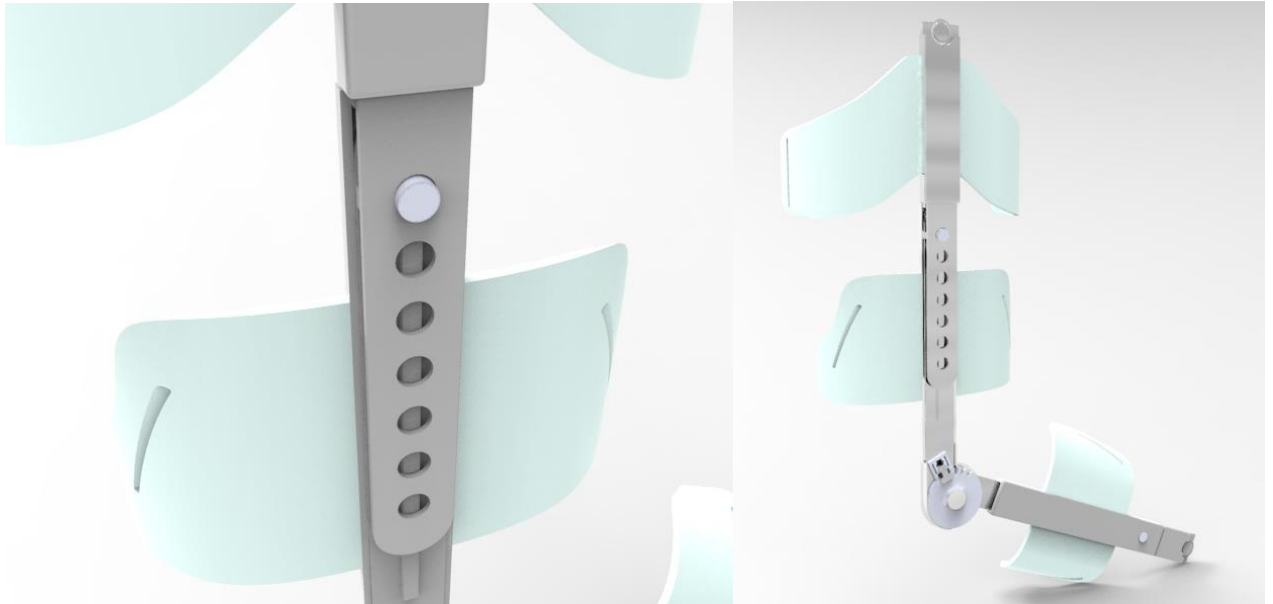
Gambar 4. 20 Alternatif Desain 2

Pada alternative dua ini material yang digunakan hampir keseluruhan plastik dengan material *fabric* pada bagian pelindung lutut. Desain ini ditujukan untuk penggunaan diluar pakaian pengguna.



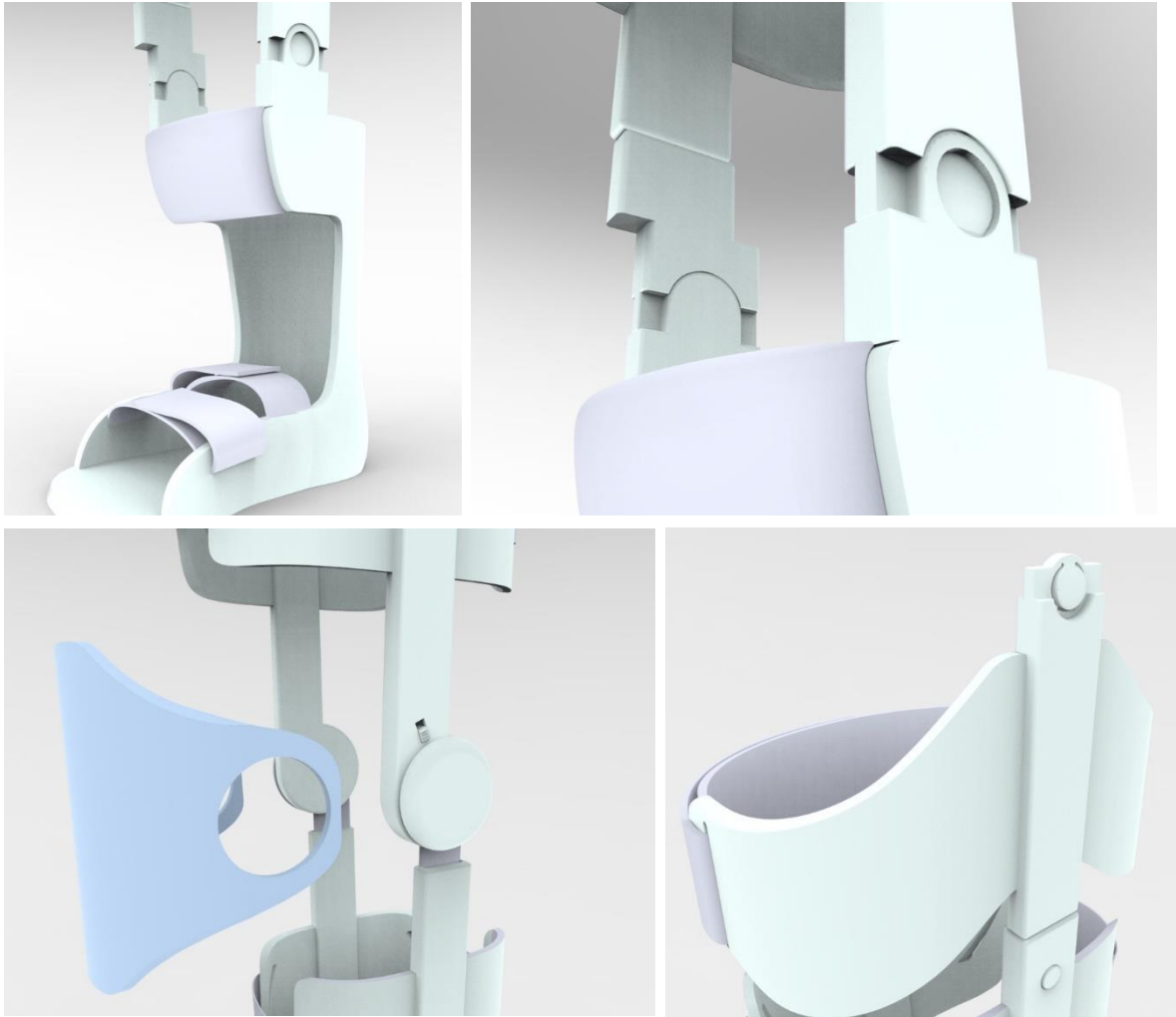
Gambar 4. 21 Joining Alternatif Desain 2

Joining pada alternative 2 ini menggunakan manual lock yang ditujukan untuk mengunci gerakan sendi saat berdiri untuk penerima yang tidak dapat secara total meluruskan lututnya. Sudut engsel flexion  $60^\circ$  dan sudut extension  $120^\circ$  memungkinkan user mengenakan orthosis dalam posisi duduk sila.



Gambar 4. 22 Adjustable Sistem Alternatif 2

Sistem Adjustable pada alternative 2 ini menggunakan tombol yang ditekan kemudian digeser sesuai ukuran yang diinginkan.



Gambar 4. 23 Fitur Removable Alternatif 2

Pada alternative 2 ini produksi orthosis tidak seluruhnya universal, tetapi terdapat beberapa part yang dapat dilepas pasang dan diproduksi secara custom. Sistem *removable* pada part- part seperti AFO dan Hip ini dikarenakan keberagaman karakter deformitas setiap user.

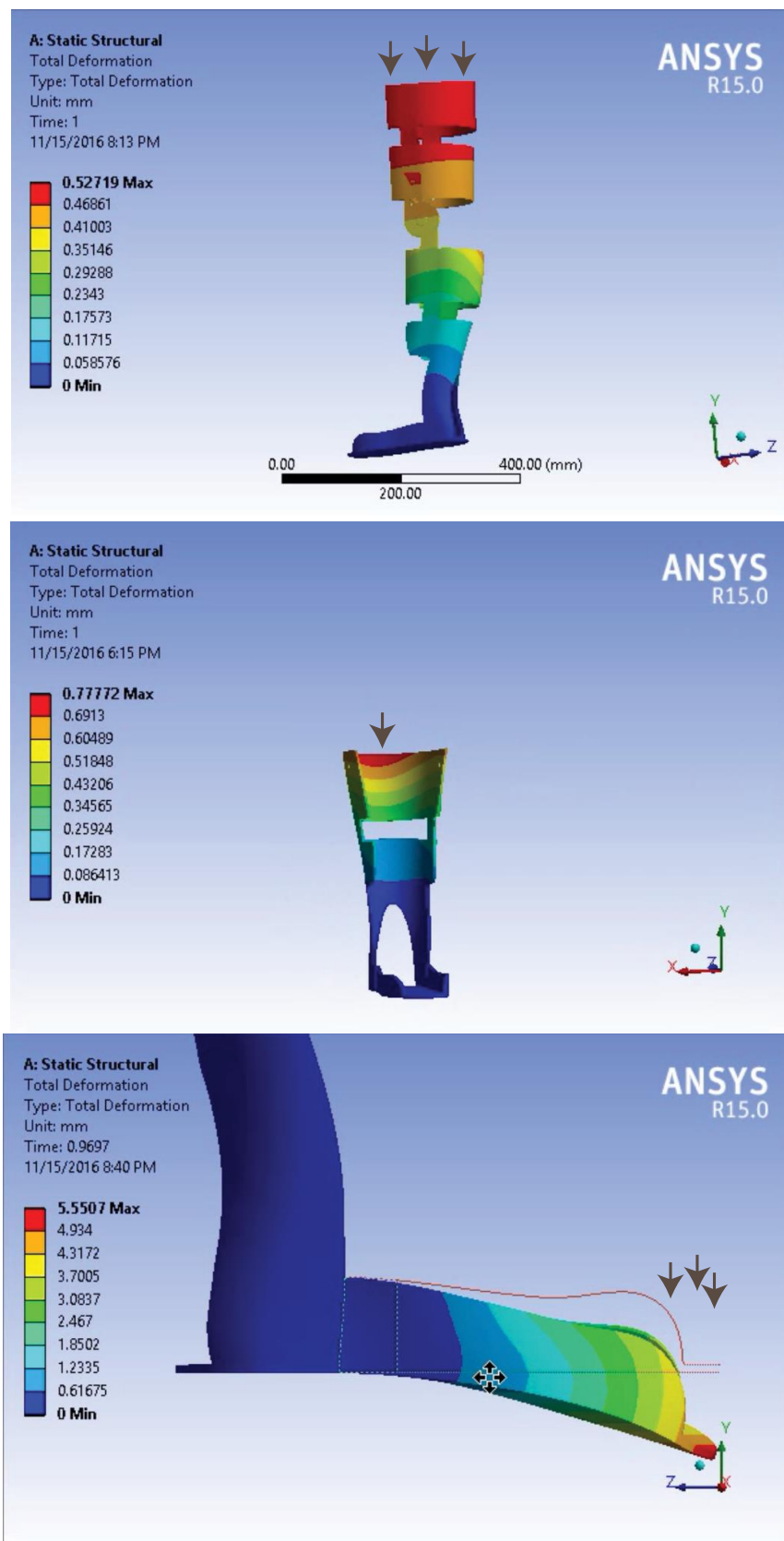
#### 4.7. Analisa Struktur dan Material

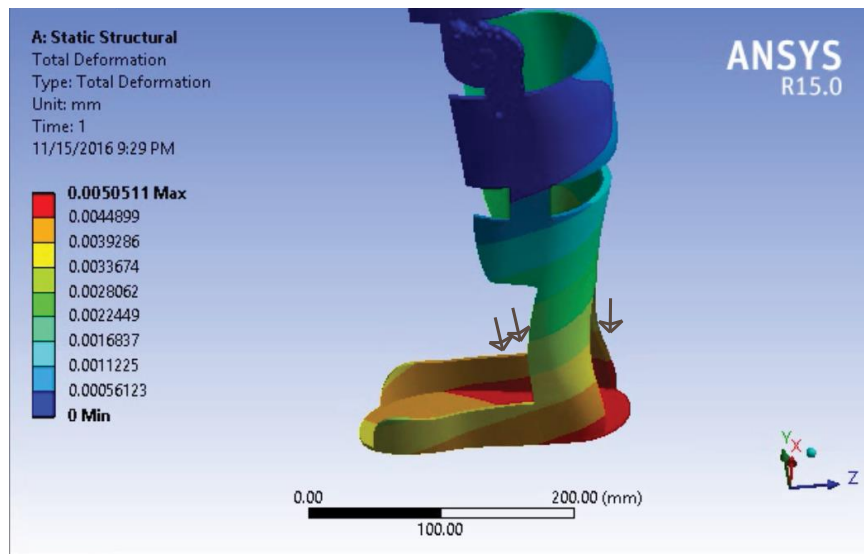
Untuk mengevaluasi desain yang dihasilkan dilakukan evaluasi dan analisa melalui 3D modelling. *Finite element* dilakukan untuk menganalisa struktur pada tiap- tiap element orthosis guna mengevaluasi hasil desain final.

##### 4.7.1. Uji Tekan

Dalam uji tekan beban yang dikenakan pada produk sebesar 80kg. Sehingga gaya yang dikenakan sebesar 800N. Titik yang dikenakan

gaya disesuaikan area kontaktur otot CP Spastik karena titik tersebut yang mengalami tekanan paling besar.



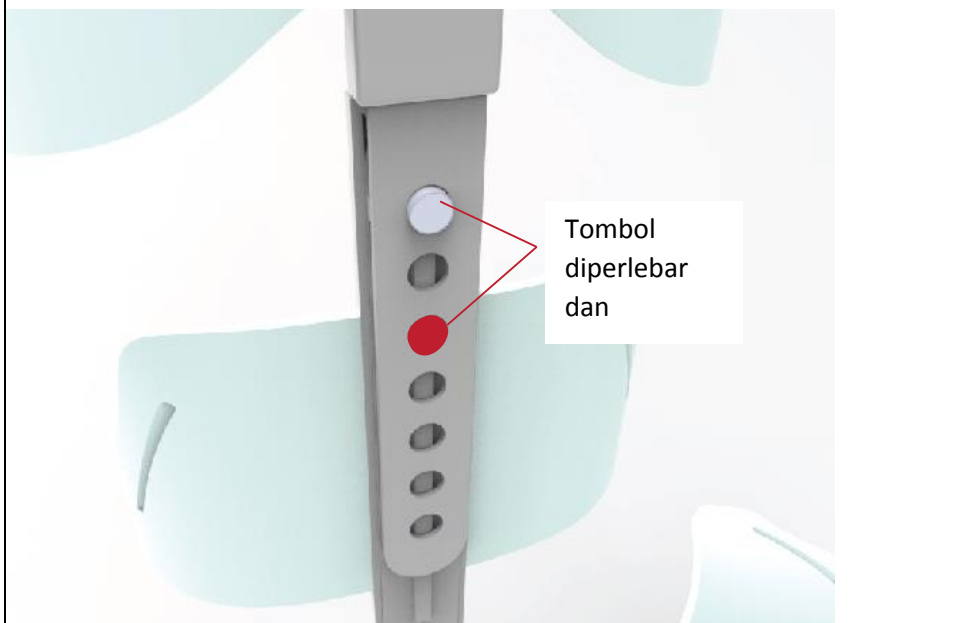


Gambar 4. 24 Uji Tekan Orthosis

#### 4.7.2. Evaluasi

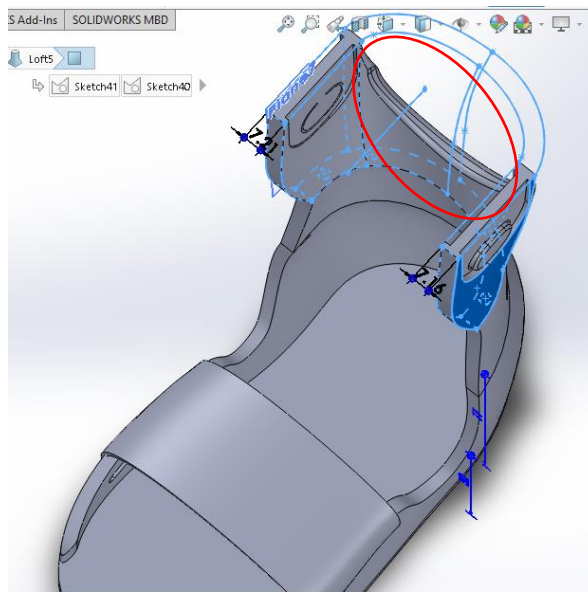
Berdasarkan hasil uji tekan dapat dilihat ketahanan struktur dan bagian yang perlu dievaluasi. Berikut evaluasi desain dan struktur yang disarankan dari hasil uji diatas.

(a) mempertebal body bagian teratas atau memperlebar dan mempertebal rangka atas

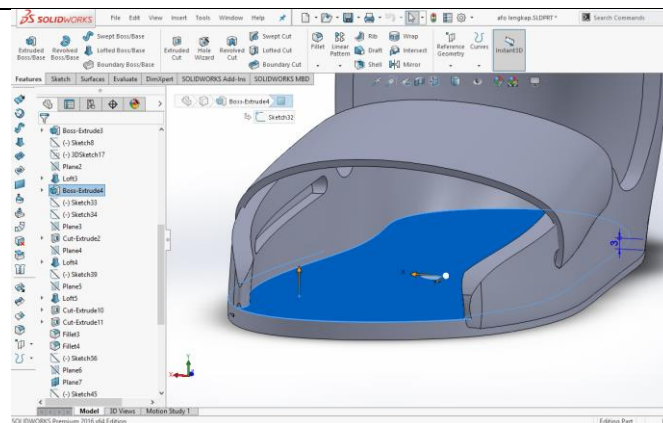




(b) mempertebal body Foot Orthosis bagian ujung



(c) Mempertebal sol orthosis



(d) memperkuat body foot orthosis



Tabel 4. 7 Tabel Evaluasi Hasil Uji Tekan

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## BAB 5

### KONSEP DAN IMPLEMENTASI DESAIN

#### 5.1. Final Desain

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan didapatkan satu final desain orthosis.

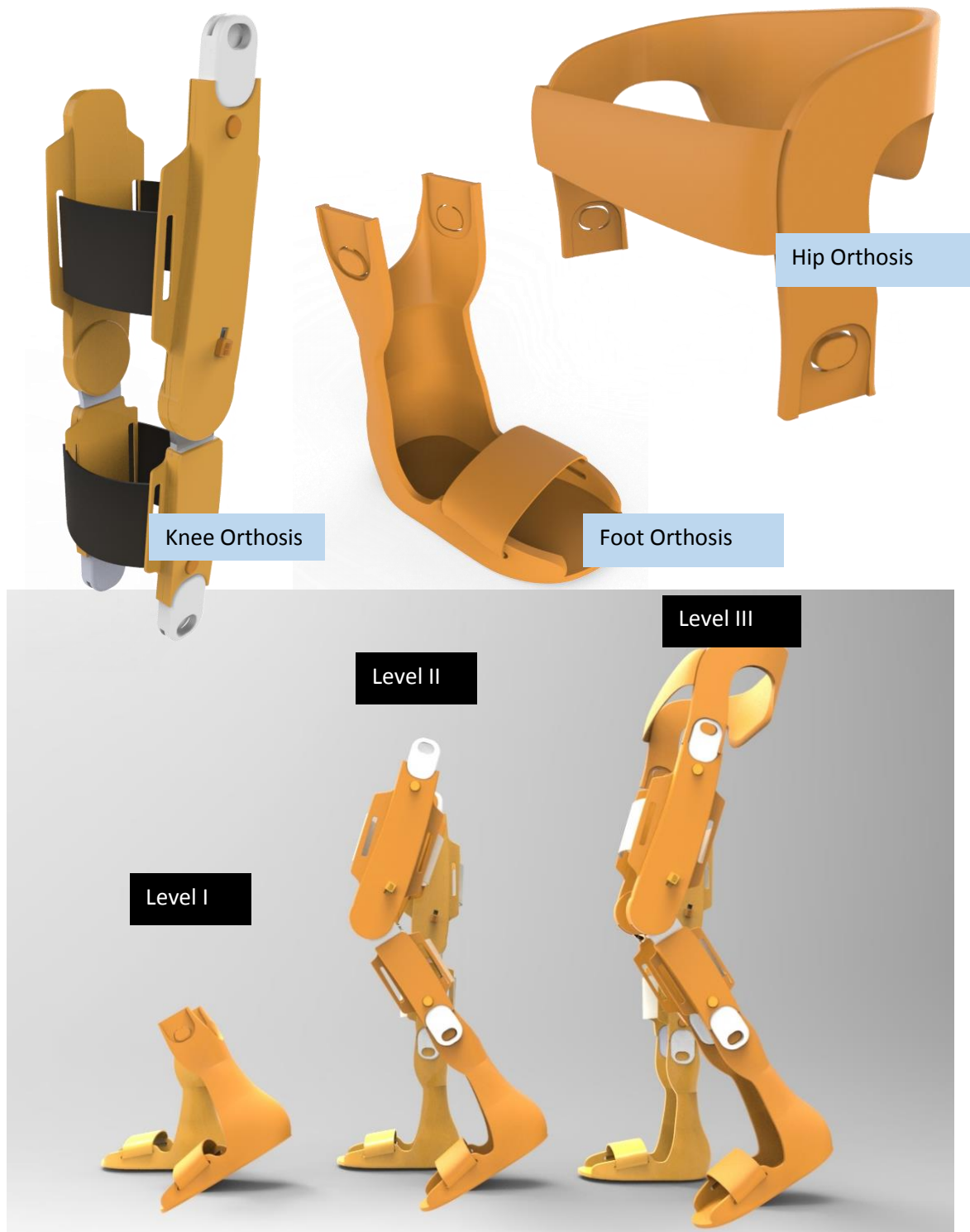


Gambar 5. 1 Final Desain

#### 5.2. Konsep *Dynamic*

Karakteristik deformasi postur pada CP Spastik yang sangat bervariasi, bahkan tiap individu dapat memiliki sedikit perbedaan deformitas. Maka orthosis

dibagi menjadi tiga bagian, yaitu *Foot Orthosis*, *Knee Orthosis*, dan *Hip Orthosis*. Fitur ini bertujuan untuk memudahkan custom pada bagian *Foot Orthosis* yang berbeda- beda tiap individu dan *Hip Orthosis* yang tidak semua penderita membutuhkan bagian *hip* atau pinggang.



Gambar 5. 2 Sistem Modular Orthosis

### 5.3. Konsep *Easy to Use*

Dalam konsep ini desain di implementasikan dalam operasional fitur pada produk dan tahapan pemasangan orthosis.

#### 5.2.1. Proses Pemakaian

Berikut alur proses pemasangan orthosis yang sudah banyak digunakan di Indonesia sebelumnya.



Gambar 5. 3 Proses Pemakaian Produk Eksisting

Pada final desain desain orthosis dibuat lebih fleksibel untuk mempermudah dan mempersingkat proses pemasangan. Berikut alur proses pemakaian orthosis pada final desain.

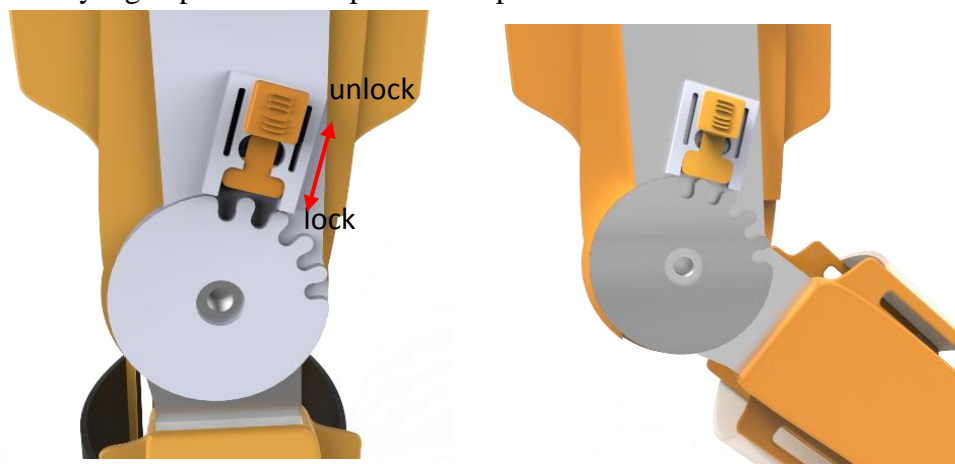


Gambar 5. 4 Proses Pemasangan Final Desain

## 5.2.2. Operasional Fitur

### 5.2.2.1. *Knee Join Locking System*

Pada join orthosis bagian lutut terdapat sistem kunci manual yang dapat menahan posisi kaki penderita mulai  $110^{\circ}$  –  $180^{\circ}$ .



Gambar 5. 5 Sistem Kunci Join Lutut



*Locking system* ini memfasilitasi pengguna yang tidak dapat dipaksakan meluruskan kakinya secara sempurna.



Gambar 5. 6 Operasional Locking Sistem Knee Join

#### 5.2.2.2. *Adjustable*

Adjustable yang diterapkan dapat menyesuaikan tinggi dan lebar tubuh pengguna.



Gambar 5. 7 Operasional *Adjustable* Orthosis

#### 5.2.2.3. Modular

Operasional join modular untuk menyatukan bagian *Foot Orthosis* dengan *Knee Orthosis* dan *Knee Orthosis* dengan *Hip Orthosis*.



Gambar 5. 8 Join Modular Orthosis



Gambar 5. 9 Operasional Join Modular Orthosis

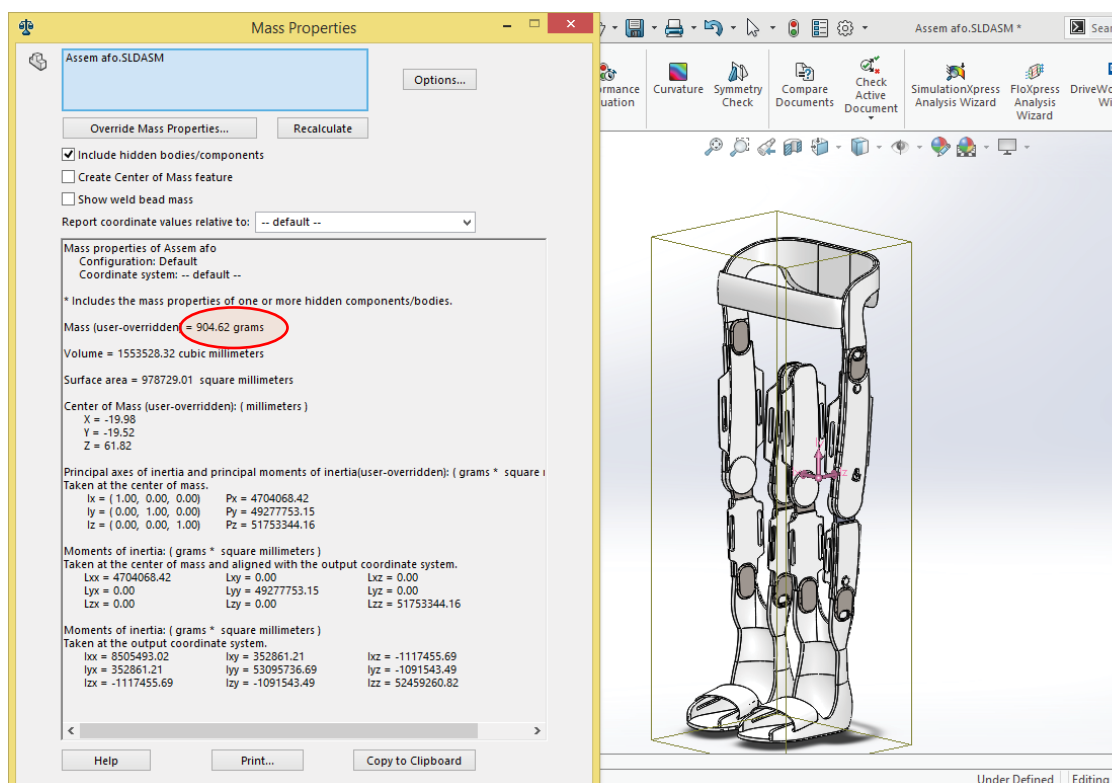


#### 5.4. Konsep *Lightweight*

Berdasarkan biomekanik beban yang dianjurkan, yaitu 755 g paha, 716g segmen betis, 104g segmen kaki. Sehingga berat total sesuai rekomendasi adalah 1.575 g. Material yang digunakan dalam final desain yaitu:

- Body: ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), *density* 8000 kg/m<sup>3</sup>
- Rangka: stainless steel AISI 316, *density* 1020 kg/m<sup>3</sup>
- Belt: Leather, *density* 860 kg/m<sup>3</sup>

Massa total final desain orthosis sebesar 904,62 gram. Dalam artian final desain orthosis telah memenuhi berat total rekomendasi biomekanik penderita.



Gambar 5. 10 Massa Total Orthosis

#### 5.6. Konsep *Social Confident*

Bentuk visual pada orthosis didesain sesuai *image board* pada bab iv, yaitu *modern- comfort*. Untuk meningkatkan rasa percaya diri warna yang dipilih merupakan warna pop-up yang terkesan *stunning* dan *eye-catching*.



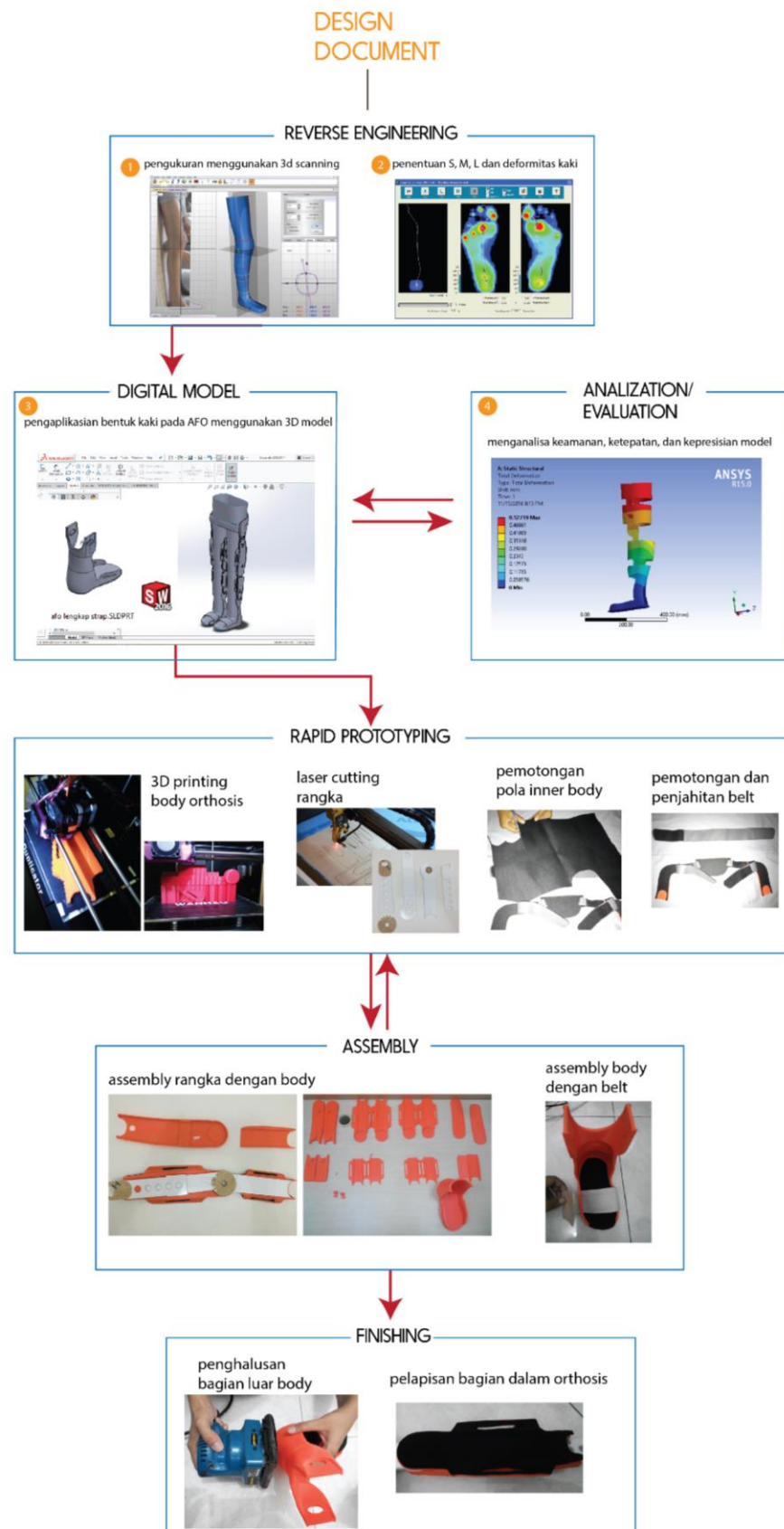
Gambar 5. 11 Desain Orthosis Eksisting



Gambar 5. 12 Konsep *Social Confident Orthosis*

### 5.7. Alur Proses Produksi

Produksi final desain orthosis banyak melibatkan proses digital. Berikut alur kerja tetap produksi final desain orthosis mulai dari pengukuran *user* hingga *finishing*



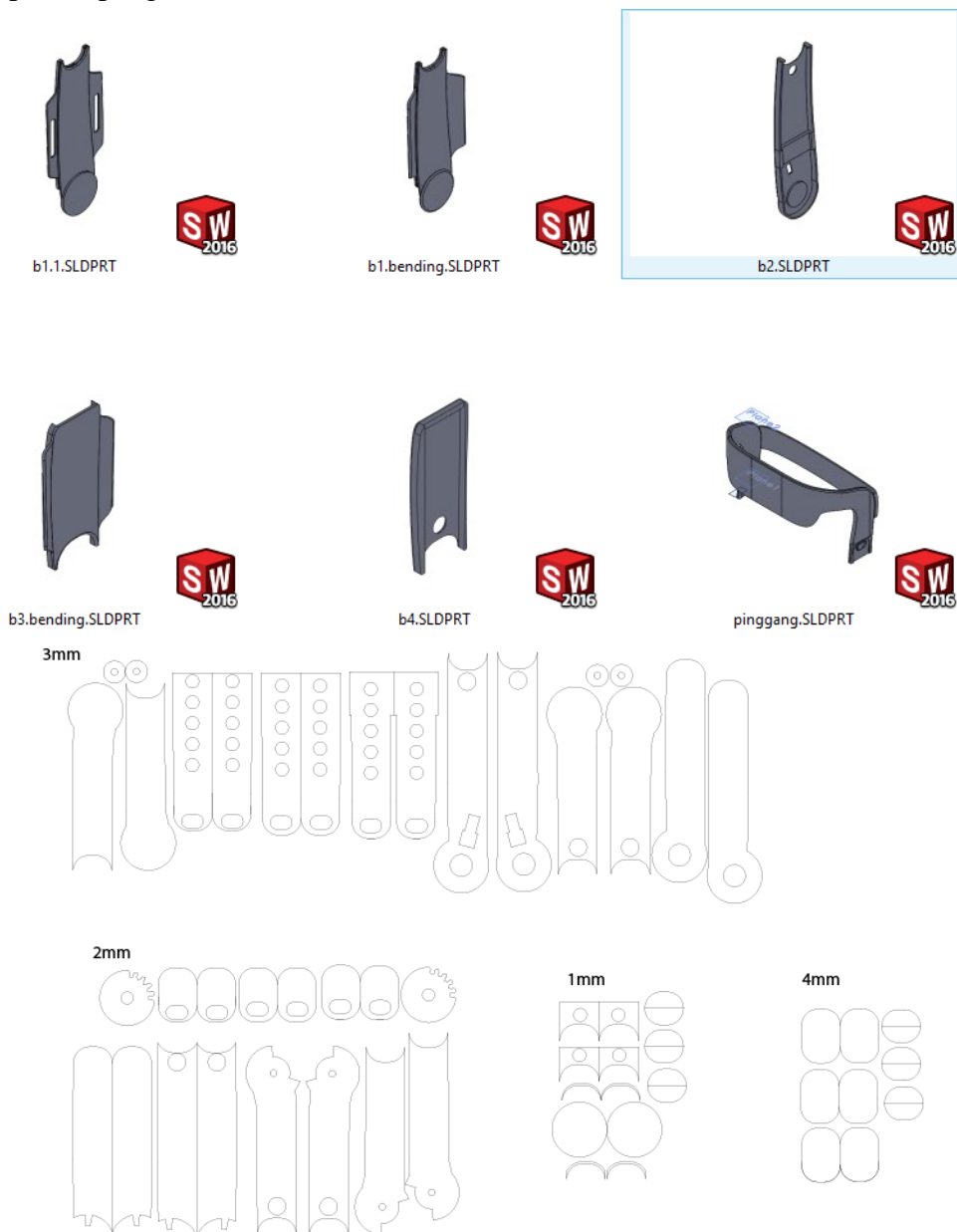
Gambar 5. 13 Alur Proses Produksi Orthosis

### 5.7.1. Reverse Engineering

Proses pengukuran dilakukan dengan teknik *3D scanning* untuk mendapat cetak positif pada bagian *custom* yaitu *foot orthosis*.

### 5.7.2. Digital Modelling

Hasil pengukuran menggunakan *3D scanning* kemudian diolah dalam model 3dimensi. Pada proses ini dibutuhkan waktu  $\pm 1$  hari pengerjaan. Seluruh file yang sudah siap cetak diproduksi secara berkala, sedangkan part *foot orthosis* yang diproduksi secara custom dicetak setelah proses pengukuran.



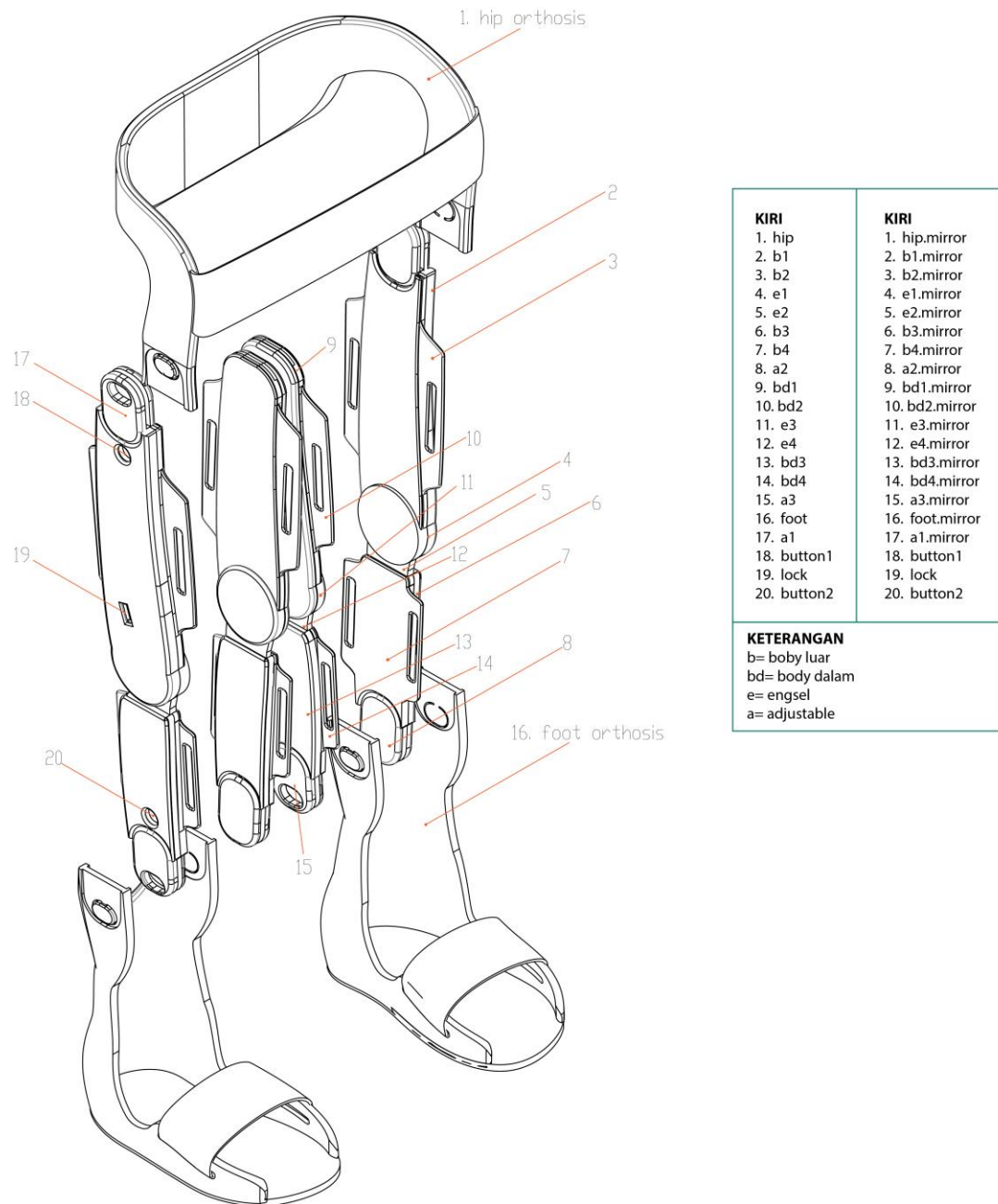
Gambar 5. 14 Proses *Digital Modelling*

### 5.7.3. Rapid Prototyping

Proses prototyping dilakukan dengan teknik cetak 3D *printing* dan *laser cutting*. Proses cetak memakan waktu produksi  $\pm 5$  hari kerja dengan teknologi yang dimiliki saat ini.

### 5.7.4. Assembly

Terdapat 29 part body dan rangka orthosis sebagai berikut.



Gambar 5. 15 Assembly Part Orthosis

#### 5.7.5. *Finishing*

Proses paling akhir yang dilakukan adalah proses finishing yang meliputi, penghalusan body orthosis bagian luar, pemberian label produk, dan proses *packaging* atau pengemasan.

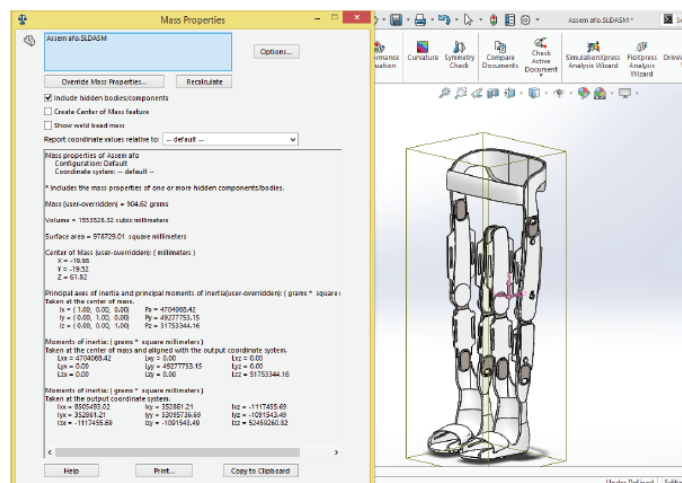
## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Berikut kesimpulan dari perancangan orthosis untuk menjawab permasalahan yang telah dijabarkan di BAB I. Kesimpulan didapatkan setelah melakukan *usability test* kepada salah satu peserta terapi di YPAC Surabaya, dan dilakukan wawancara kepada calon konsumen.

1. Desain orthosis dapat menunjang gerak normal sendi dan memiliki sudut flexion dan extension sehingga orthosis dapat digunakan dalam kegiatan sehari-hari.
  - a. Aktivitas terapi: join dapat dikunci pada posisi lutut lurus, namun untuk penderita yang tidak mampu sepenuhnya meluruskan kakinya  $180^\circ$  tetap dapat dikunci pada posisi lutut paling mendekati lurus.
  - b. Aktivitas berjalan: join manual pada lutut memudahkan lutut untuk tetap bergerak bebas dengan batasan sudut flexion  $60^\circ$  dan sudut extension  $120^\circ$ .
  - c. Aktivitas diatas kursi roda
2. Material orthosis telah disesuaikan dan memenuhi rekomendasi berat sesuai aspek biomekanis penderita.



Gambar 5. 16 Kesimpulan massa orthosis



3. Bentuk visual orthosis dapat meningkatkan kepercayaan diri pengguna, sehingga penderita CP Spastik mau mengenakan untuk sehari-hari. Hal tersebut dikarenakan bentuk yang tidak terkesan struktural dan mengerikan serta warna pop up pada produk.
4. Orthosis dengan system modular memungkinkan custom pada bagian AFO (*Angkle Foot Orthosis*) dimana setiap individu memiliki karakter deformitas berbeda-beda. Namun, system *adjustable* tetap memungkinkan orthosis menyesuaikan tumbuh kembang pengguna, dan memungkinkan penggunaan oleh banyak individu.

## 6.2. Saran

Berikut beberapa masukan untuk pengembangan desain selanjutnya:

- a. Sistem joining pada modular orthosis perlu dikembangkan dan diproduksi dengan material yang lebih flexible.
- b. Mengembangkan alternatif lain untuk bagian sol AFO sehingga lebih menarik atau dapat dikenakan didalam sepatu.
- c. Pada produksi dengan system 3D printing setiap joining perlu diberi jarak  $\pm 1\text{mm}$  untuk toleransi dimensi yang sedikit melebar saat produksi. Karena hal ini dapat mempersulit operasional system pada produk.
- d. Proses pengukuran sangat diperlukan menggunakan 3D *scanning* untuk kepresisian dan ketepatan perbaikan postur.
- e. Mengembangkan struktur lain yang memungkinkan body menjadi struktur atau hilangnya rangka bermaterial metal.
- f. Pada branding perlu differensiasi merek untuk menguatkan spesialisasi produk, karena sudah ada nama merek “orthosa” dengan jenis produk yang berbeda.
- g. Perlu pengembangan bentuk yang lebih memberikan impresi tidak hanya kepada penderita tapi juga masyarakat yang melihat merasa ingin memakai produk orthosis tersebut.



## DAFTAR PUSTAKA

- Bajrazewski, Enver, Rod Carne, Robyn Kennedy, Anna Lantgan, Katherine Ong, Melinda Randall, Dinnah Reddthough, dan Bev Touzel. 2008. *Cerebral Palsy an Information Guide for Parents*. 5th. Melbourne: The Royal Children's Hospital.
- Knutson, Loretta M, dan Dennis E Clark. 1991. "Orthotic Device for Ambulation in Children with Cerebral Palsy and Myelomeningocele." *Physical Therapy Volume 71* 79- 91.
- Krigger, Karen W. 2006. "Cerebral Palsy: An Overview." *American Family Physician Volume 73* 91- 100.
- Minear, W. L. 1956. "A Classification of Cerebral Palsy." *Official Journal of The American Academy of Pediatric* 841- 852.
- Misdalia, Tengku, Marina A Moeliono, dan Ponpon Idjradinata. 2012. "Pengaruh Latihan Duduk- Berdiri dengan Periodisasi Terhadap Gross Motor Function Measure Dimensi D dan E Cerebral Palsy Spastik Diplegia." *Jakarta Indonesia Medical Association Volume 62* 397- 401.
- Palisano, Robert, Peter Rosenbaum, Stephen Walter, Dianne Russell, Ellen Wood, dan Barbara Galuppi. 1997. "Development and Reliability of a System to Classify Gross Motor Function in Children with Cerebral Palsy." *Dev Med Child Neurol* 113- 120.
- Puspitasari, Meisa, Kusnadi Rusmil, dan Dida A. Gurnida. 2012. *Hubungan Fungsi Motorik Kasar dengan Kualitas Hidup Anak Palsi Serebral*. Bandung: Puataka Ilmiah Unpad.
- Ramo, Ilona Autti-, Jutta Suoranta, Heidi Anttila, Antti Malmivaara, and Marjukka Makela. 2005. "Effectiveness of Upper and Lower Limb Casting and Orthoses in Children with Cerebral Palsy." *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 89- 103.
- Ross, Sandy A., dan Jack R. Engsberg. 2007. "Relationship between Spasticity, Strength, Gait, and the GMFM-66 in Person With Spastic Diplegia Cerebral Palsy." *Arch Phys Medical Rehabilitation* 1114- 1120.
- Saharso, Darto. 2006. "Cerebral Palsy Diagnosis dan Tatalaksana." *Continuing Education XXXVI* 1- 33.
- Sees, Julieanne P., dan Freeman Miller. 2013. "PMC: Journal of Children's Orthopaedic ." *The National Center for Biotechnology Information Web site*. 14 September. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
- Valentina, Tience Debora. 2014. "Penyesuaian Psikologis Orangtua dengan Anak Cerebral Palsy." *Jurnal Pemikiran dan Penelitian Psikologi Volume 9* 57- 64.
- Werner, David. 2007. *Dissable Village Children*. Berkeley: The Hesperian Foundation.

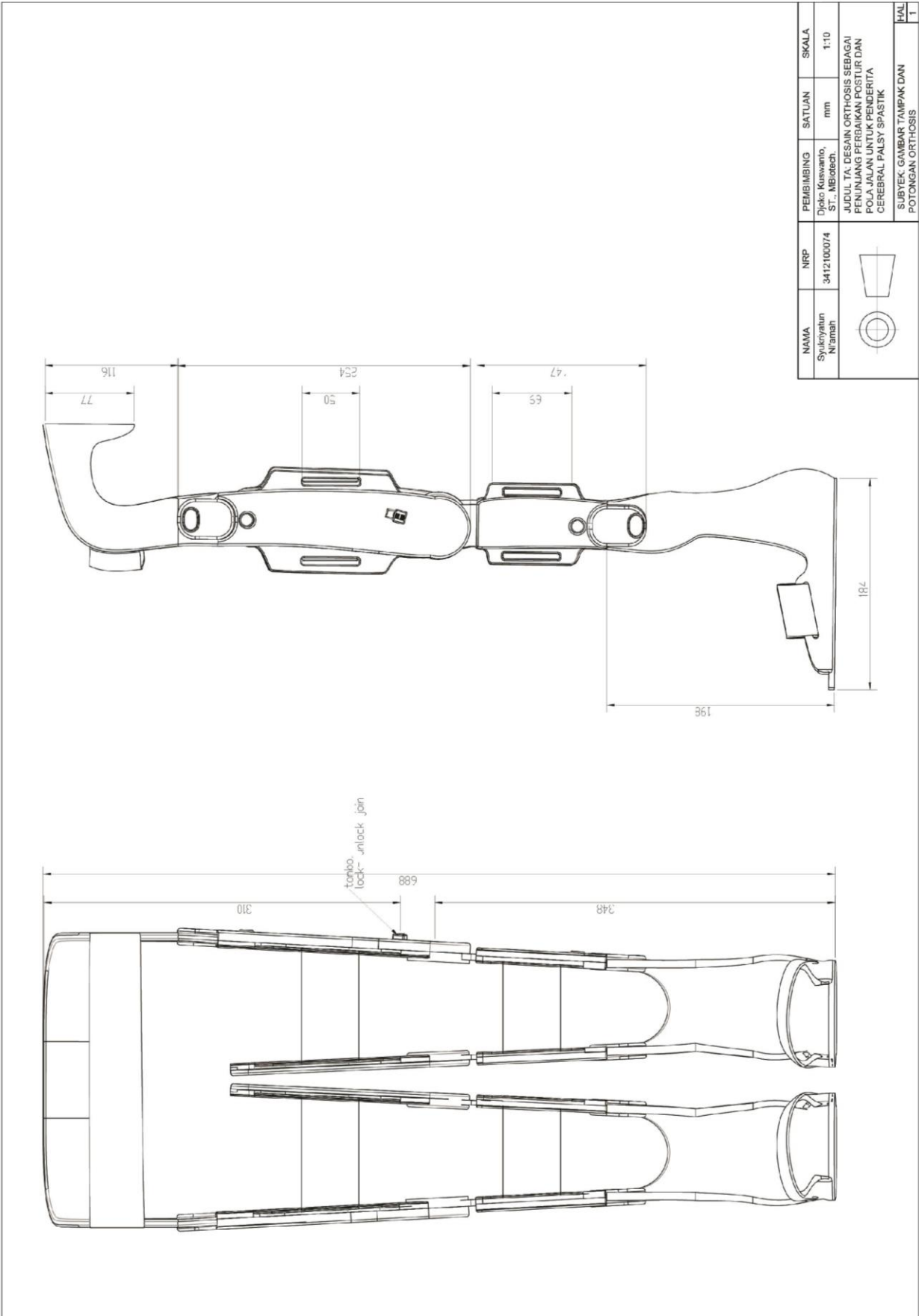
*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

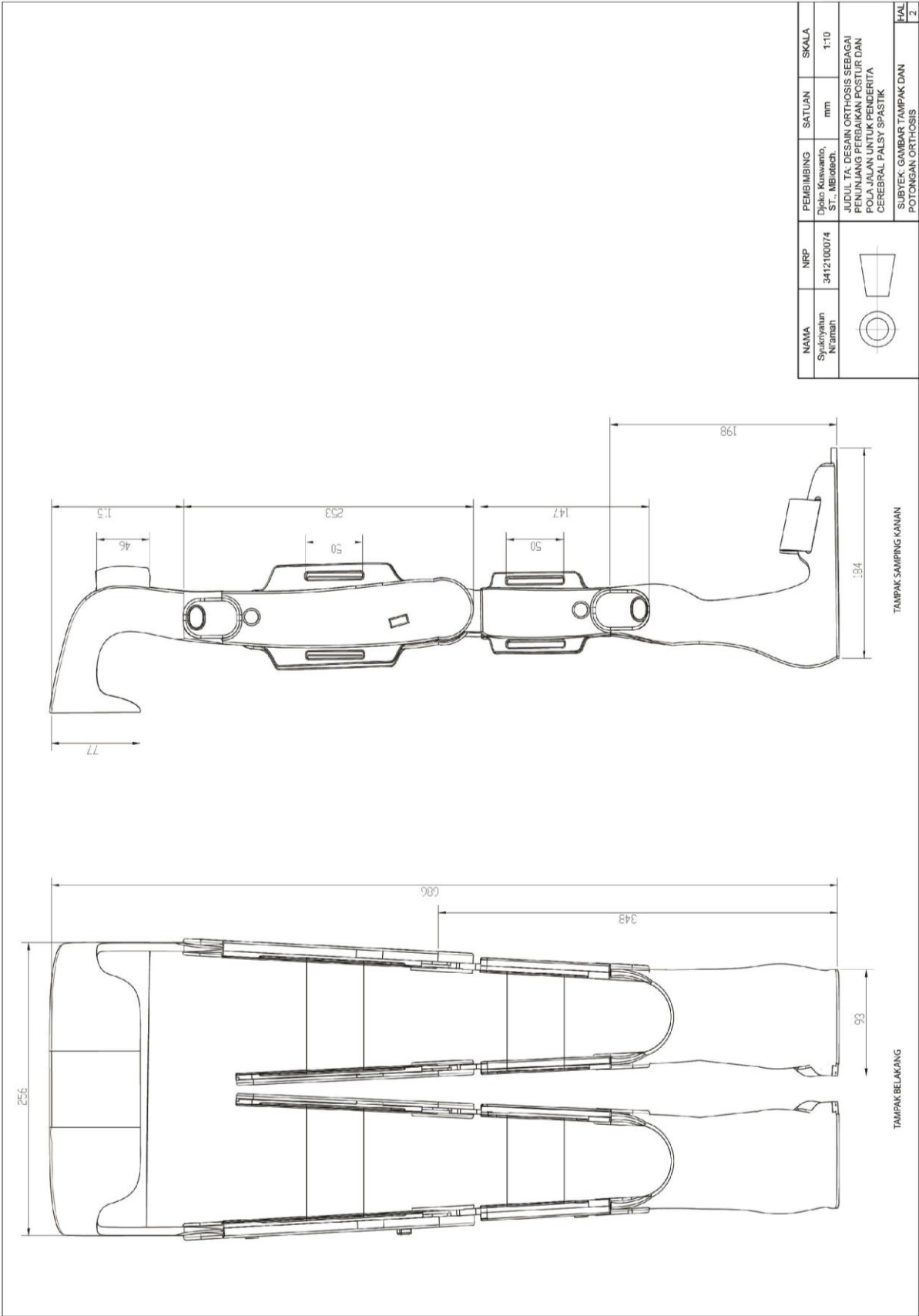
## LAMPIRAN

### *Usability Test Prototype*

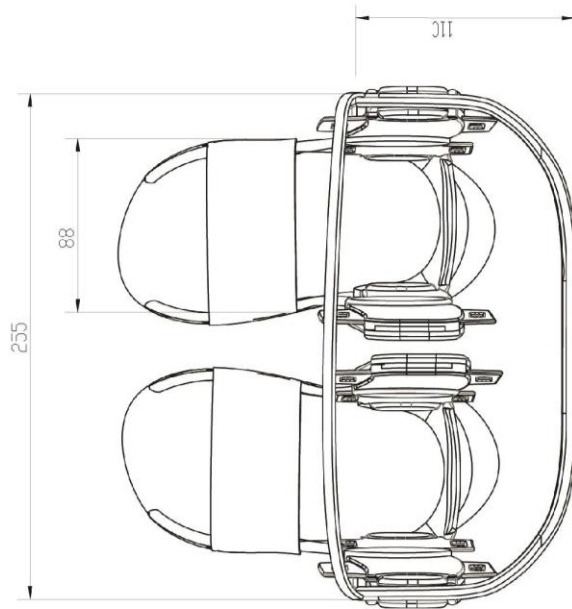




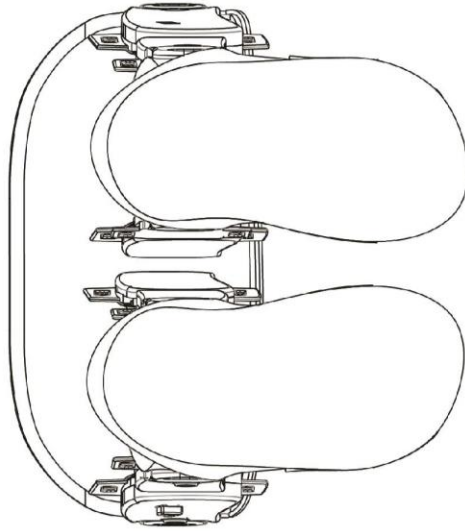







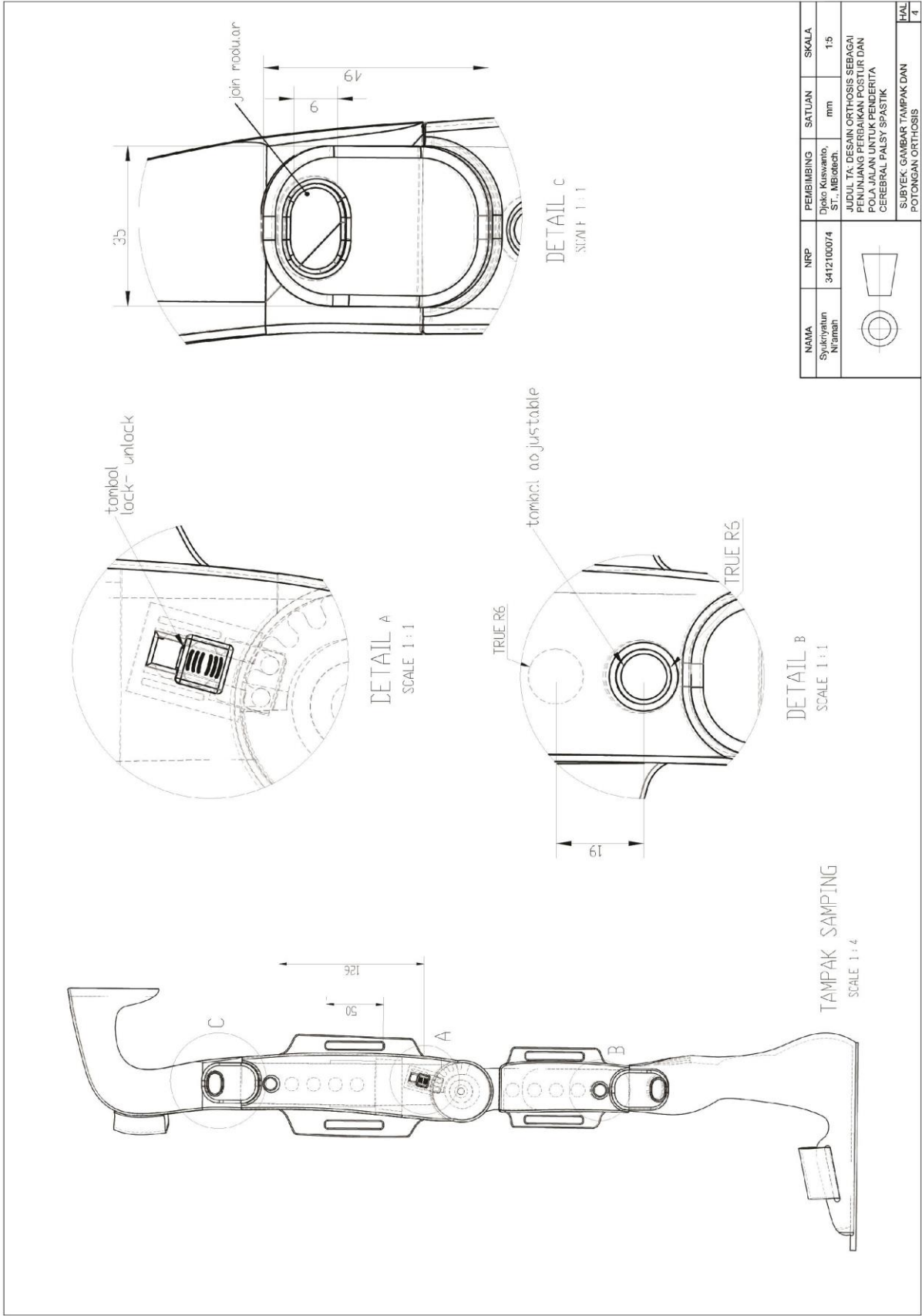


TAMPAK ATAS

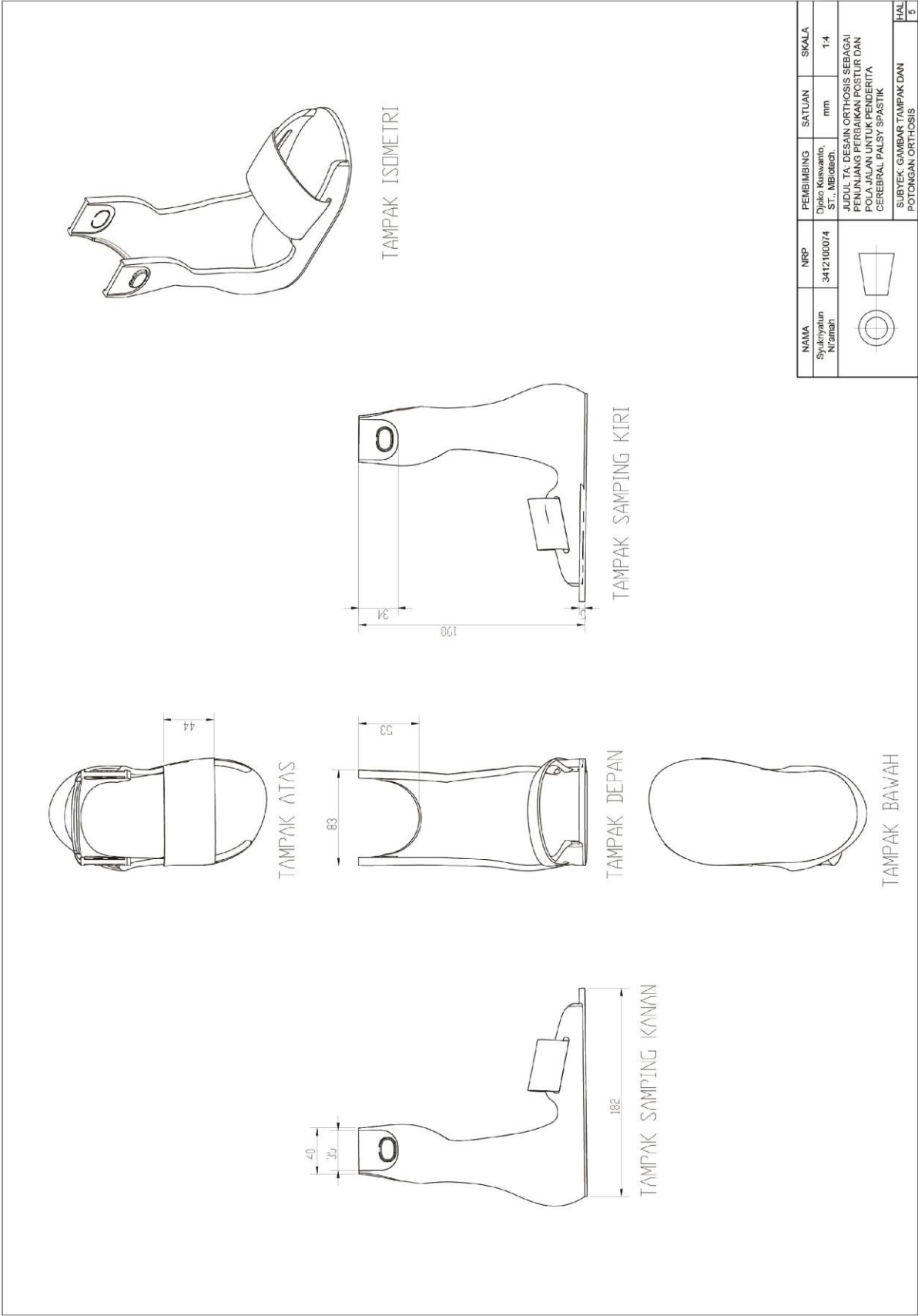


TAMPAK BAWAH

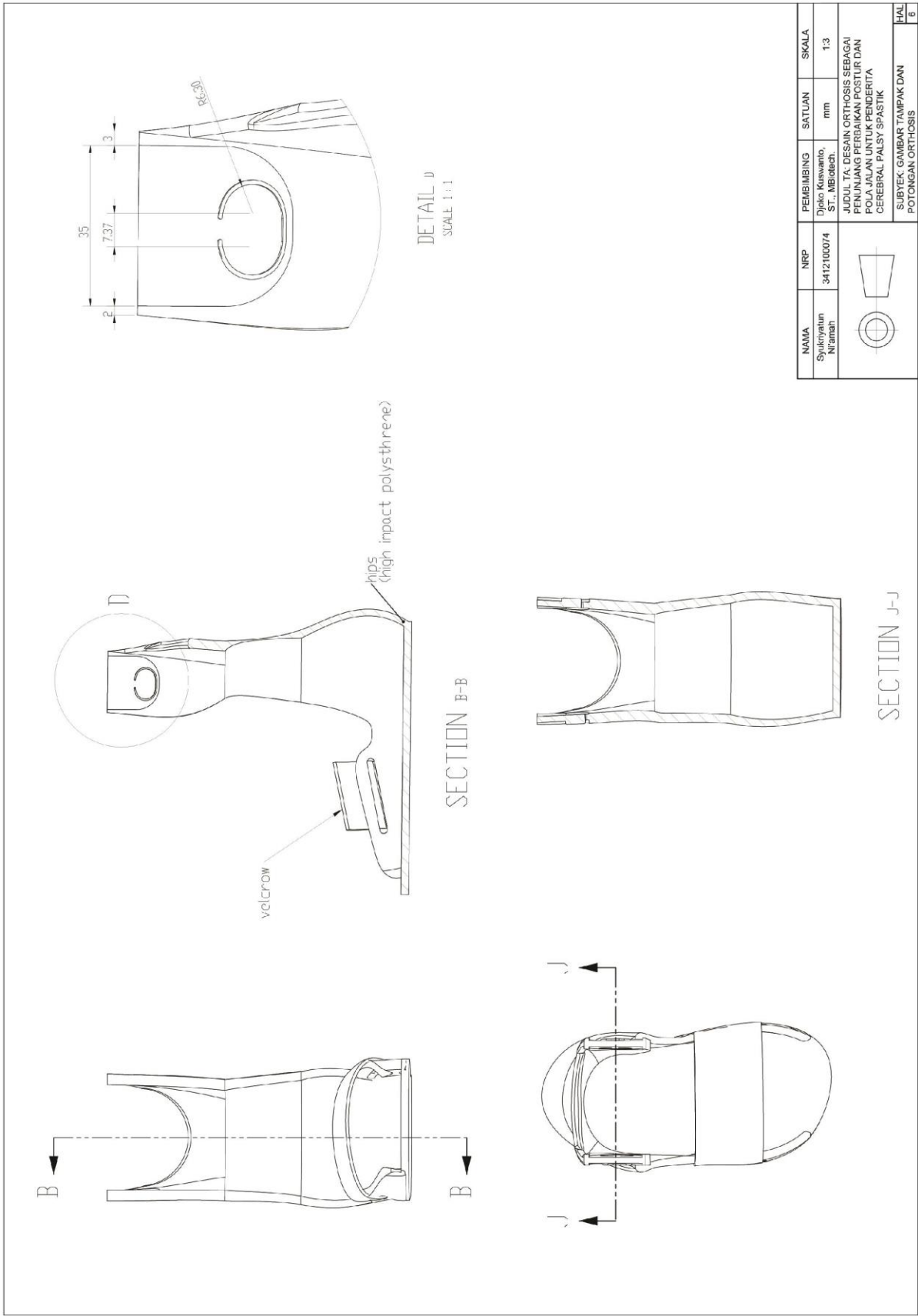
NAMA	NRP	PEMBIMBING	SATUAN	SKALA
Syukriyatin N'amah	3412100074	Djoko Kuswanto, ST., MEdTech.	mm	1:3
JUDUL TA: DESAIN ORTHOSIS SEBAGAI PENUNJANG PERGAIKAN POSTUR DAN POLA JALAN UNTUK PENDERITA CEREBRAL PALSY SPASTIK				
				SUBYEK GAMBAR TAMPAK DAN POTONGAN ORTHOSIS
HAL				3



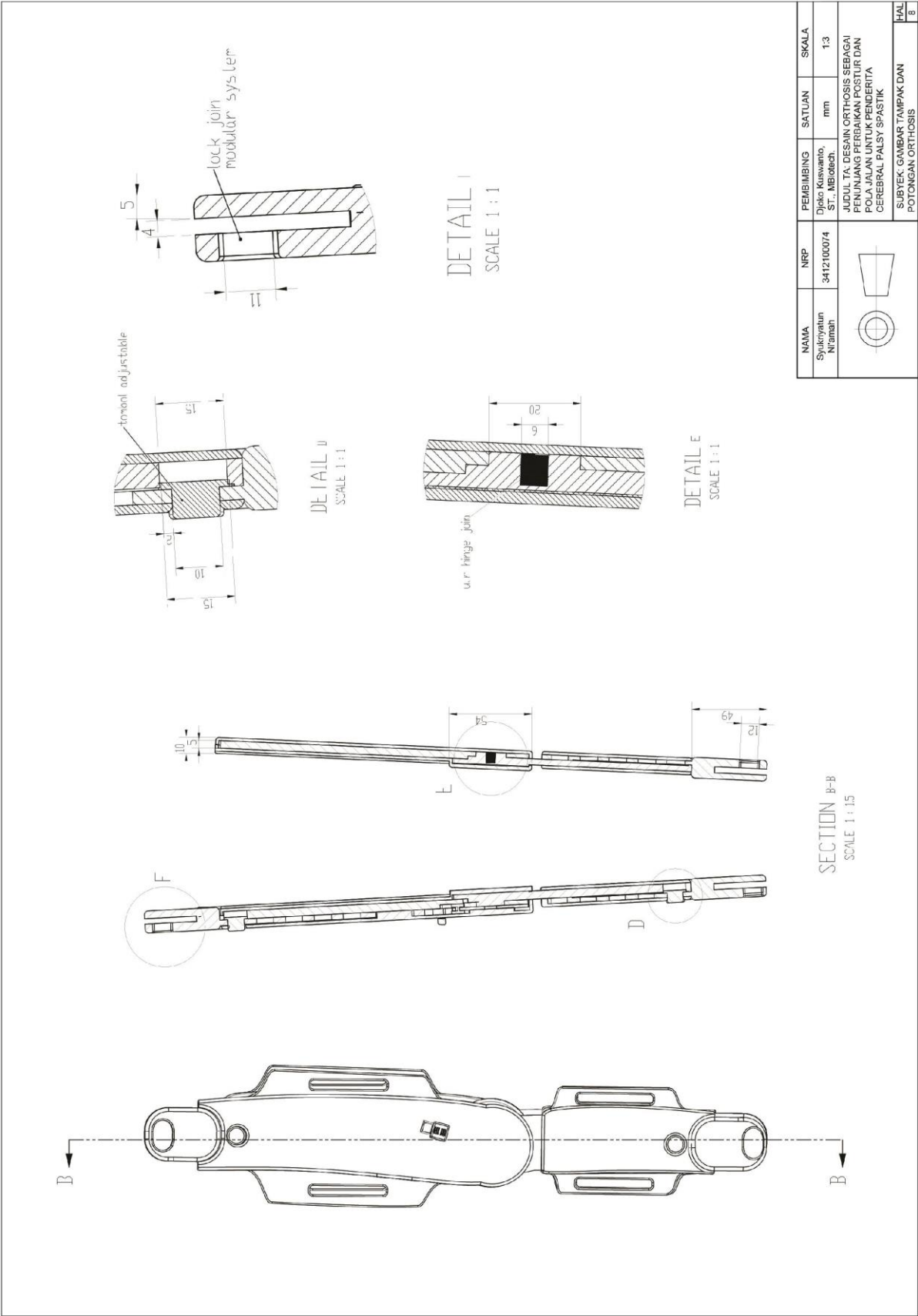


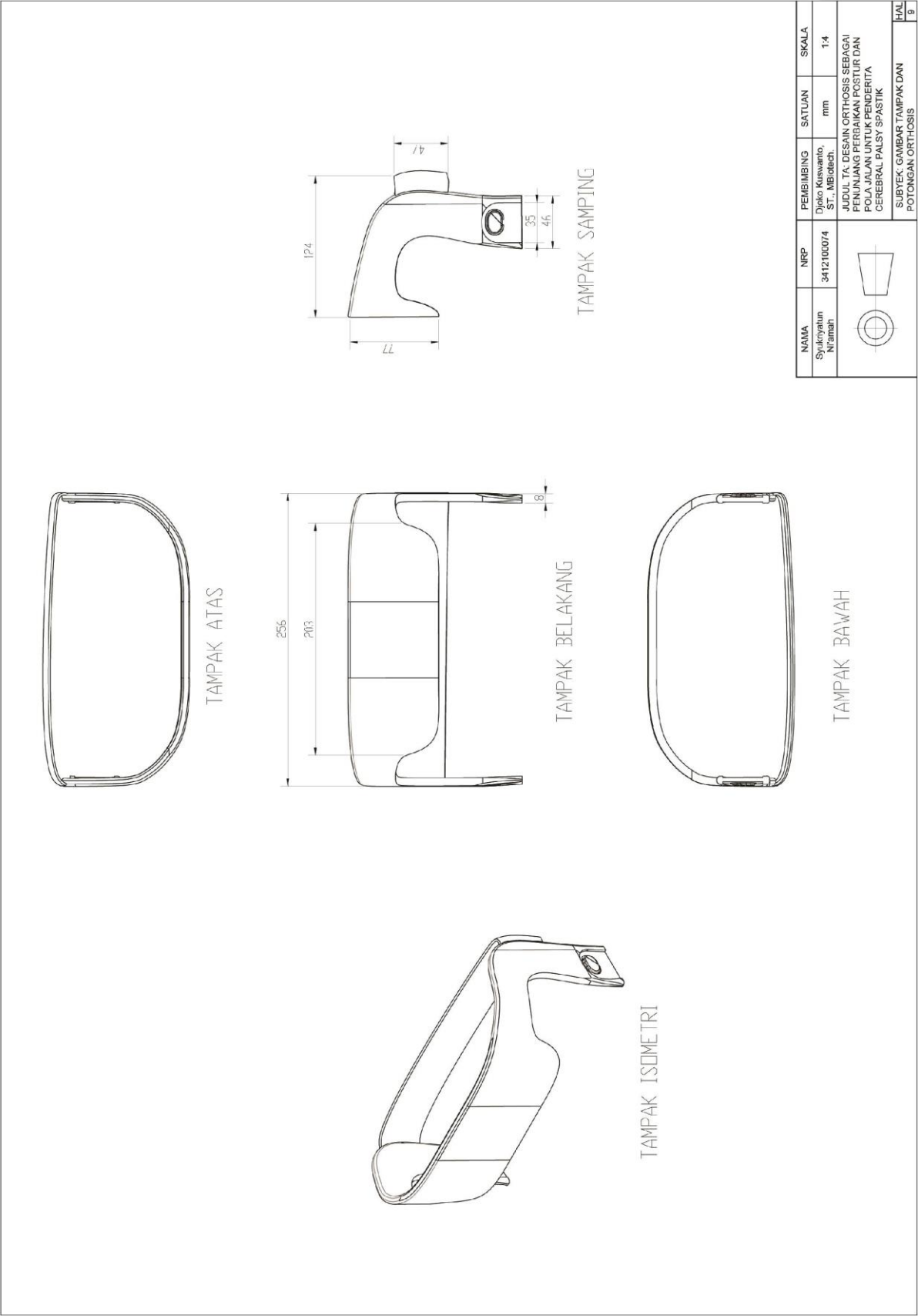


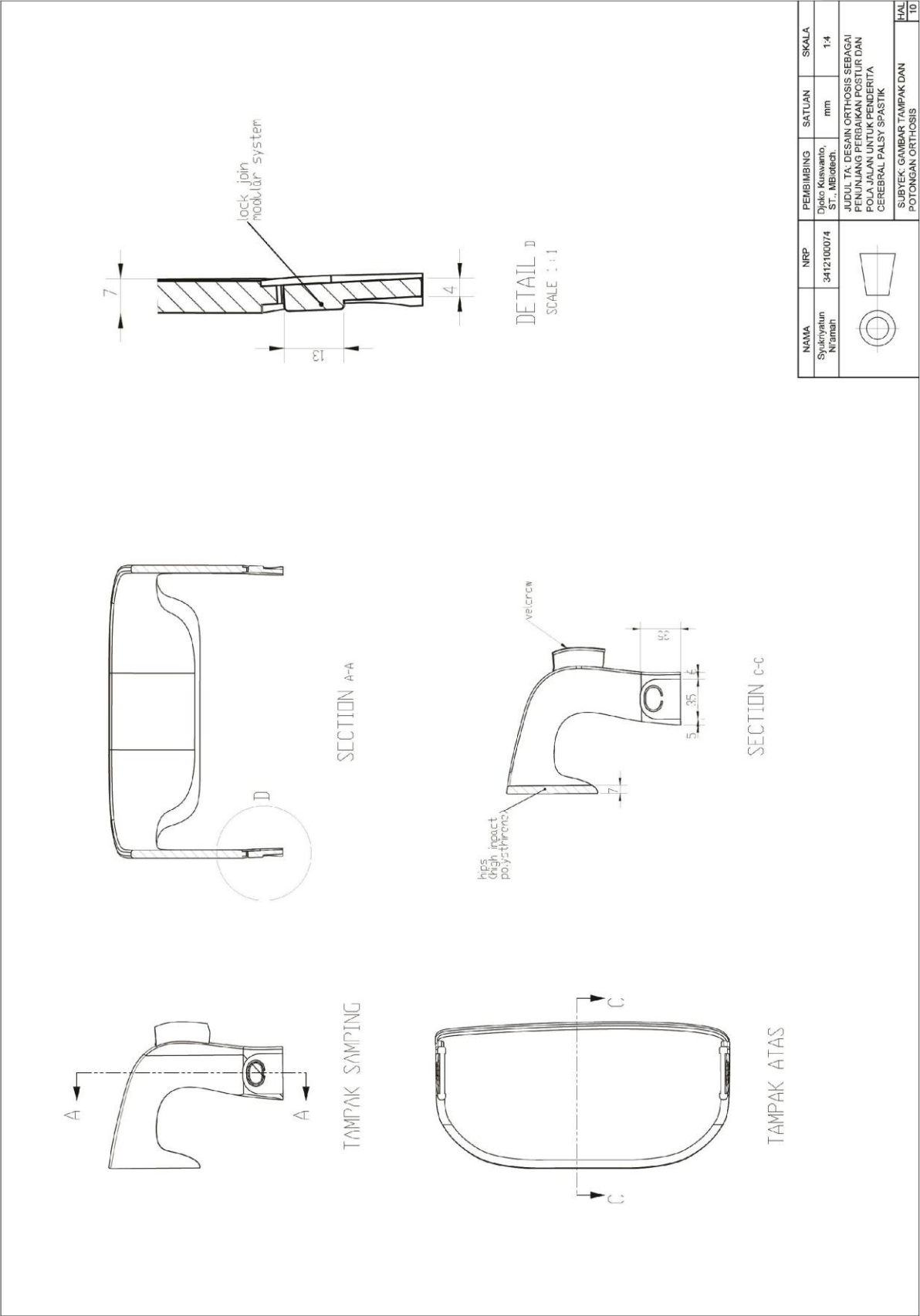
NAMA	NRP	PEMBIMBING	SATUAN	SKALA
Syukriyatin N'amah	3412100074	Djoko Kuswanto, ST., M.Eng.	mm	1:4
JUDUL: TA. DESAIN ORTHOSIS SEBAGAI PENUNJANG PERBAIKAN POSTUR DAN POLA JALAN UNTUK PENDEKITA CEREBRAL PALSY SPASTIK				
SUBJEK: GAMBAR TAMPAK DAN POTONGAN ORTHOSIS				
				HAL 5

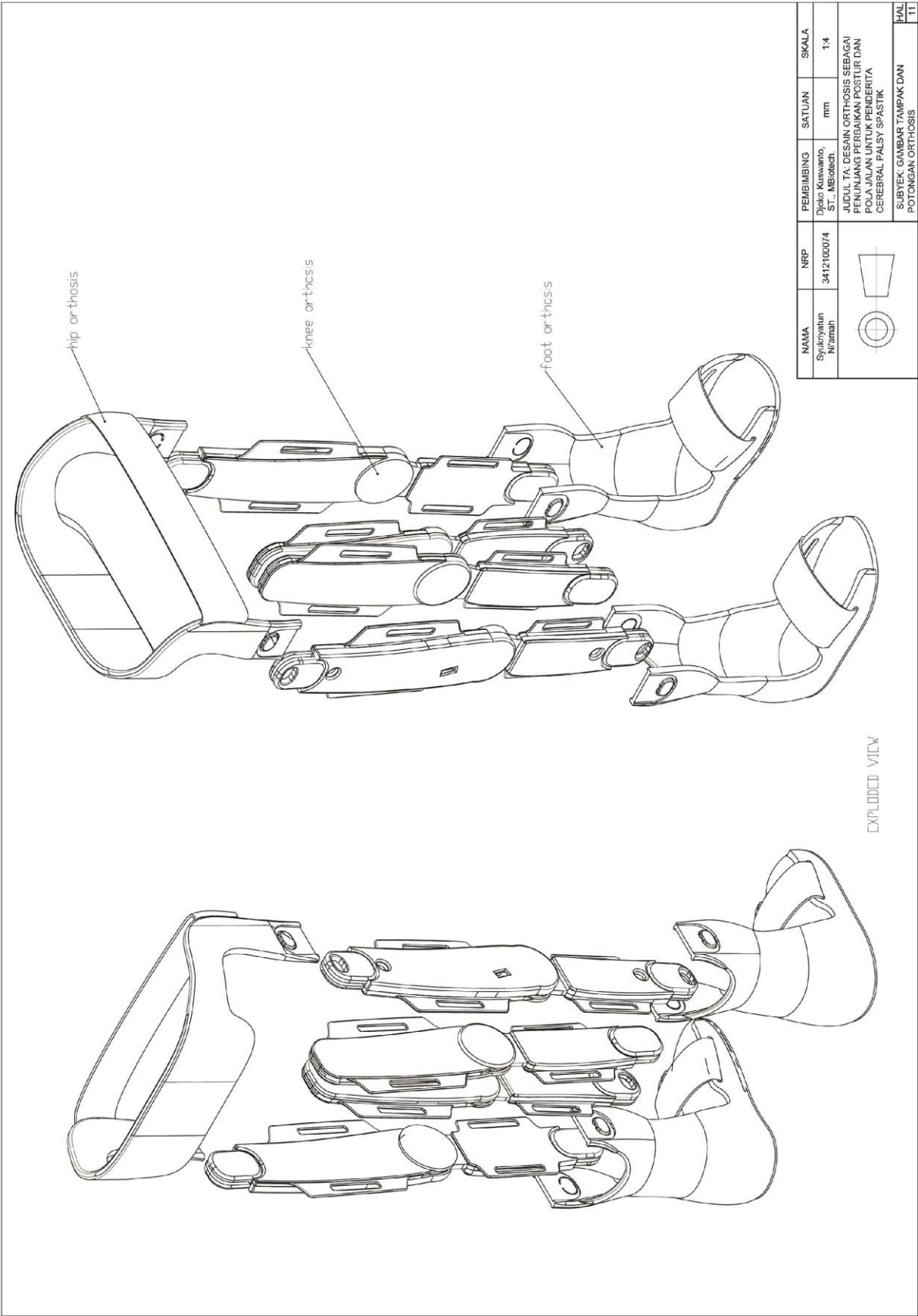


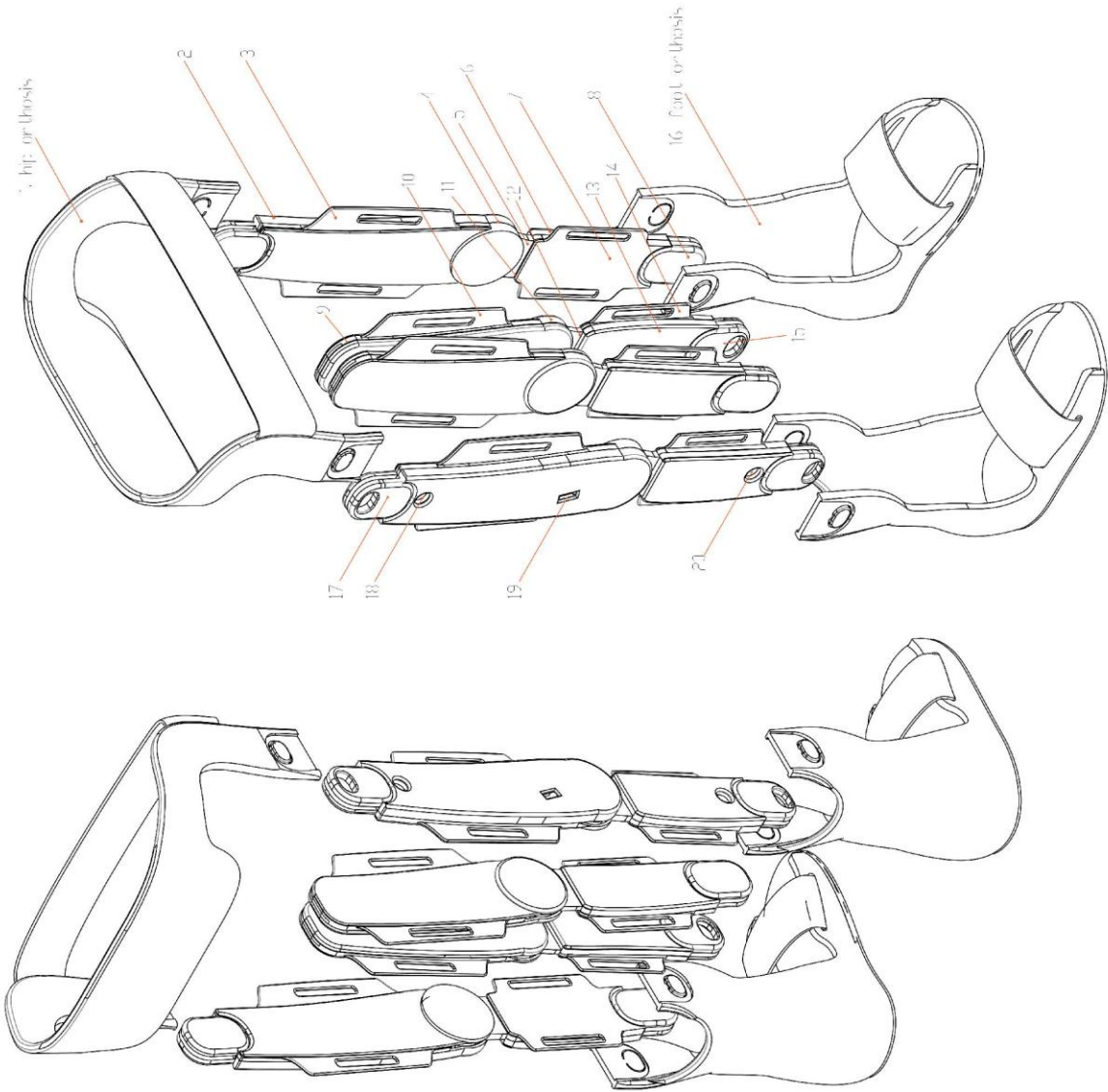












KIRI	KIRI
1. hip	1. hip.mirror
2. b1	2. b1.mirror
3. b2	3. b2.mirror
4. e1	4. e1.mirror
5. e2	5. e2.mirror
6. b3	6. b3.mirror
7. b4	7. b4.mirror
8. a2	8. a2.mirror
9. bd1	9. bd1.mirror
10. bd2	10. bd2.mirror
11. e3	11. e3.mirror
12. e4	12. e4.mirror
13. bd3	13. bd3.mirror
14. bd4	14. bd4.mirror
15. a3	15. a3.mirror
16. foot	16. foot.mirror
17. a1	17. a1.mirror
18. button1	18. button1
19. lock	19. lock
20. button2	20. button2

**KETERANGAN**  
b= body/ luar  
bd= body dalam  
e= engsel  
a= adjustable



## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Syukriyatun Niamah. Lahir pada tanggal 26 Agustus 1994 di Kota Jember. Selepas menamatkan pendidikan sekolah dasar di Kota Jember penulis mementaskan pendidikannya selama 5 tahun di Kota Solo yang kemudian berlanjut di ITS Surabaya. Bidang desain dipilih karena ketertarikan penulis dengan bidang kreatif dan hoby penulis dalam membuat produk *DIY*. Di dunia desain yang luas membuat wawasan penulis semakin terbuka dan menyempurnakan jiwa kreatif dengan pemikiran *problem solver* yang dapat bermanfaat bagi lingkungan dan masyarakat. Beberapa proyek desain yang pernah dikerjakan adalah Desain Helm untuk Pesepeda, Desain Publik Furnitur Tribun Desain ITS, Desain Sepeda Ibu dan Anak untuk Travelling, *Double Size Tote Bag*. Penulis juga sempat terlibat dalam proyek Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya dalam mendesain tiang lampu dekoratif di daerah Dupak dan Kenjeran. Kedepannya bersama Lab *Human Center Design* di Jurusan Desain ITS penulis akan mengembangkan dan memasarkan produk Orthosa untuk penderita CP dan penderita gangguan fungsi gerak lainnya di Indonesia.

Email : syukriyatun@gmail.com

Phone : 085746669935